



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**EVALUASI STABILITAS BENDUNG DAN PONDASI
SPILLWAY DENGAN MEMPERHATIKAN ADANYA
ZONA GEMPA PADA PERENCANAAN PROYEK
BENDUNGAN WAY APU
DI MALUKU SELATAN.**

AHMAD FARIZ THIRAFI
NRP 3112 100 046

Dosen Pembimbing
Ir. Suwarno M.Eng
Musta'in Arif, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**EVALUASI STABILITAS BENDUNG DAN PONDASI
SPILLWAY DENGAN MEMPERHATIKAN ADANYA
ZONA GEMPA PADA PERENCANAAN PROYEK
BENDUNGAN WAY APU
DI MALUKU SELATAN.**

AHMAD FARIZ THIRAFI
NRP 3112 100 046

Dosen Pembimbing
Ir. Suwarno M.Eng
Musta'in Arif, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT (RC14-1501)

***EVALUATION OF DAM STABILITY AND SPILLWAY
FOUNDATION CONSIDERING EARTHQUAKE ZONE AT
WAY APU DAM DESIGN IN SOUTH MALUKU***

AHMAD FARIZ THIRAFI
NRP 3112 100 046

Academic Supervisor
Ir. Suwarno M.Eng
Musta'in Arif, S.T.,M.T.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

**EVALUASI STABILITAS BENDUNG DAN PONDASI
SPILLWAY DENGAN MEMPERHATIKAN ADANYA
ZONA GEMPA PADA PERENCANAAN PROYEK
BENDUNGAN WAY APU
DI MALUKU SELATAN
TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Geoteknik

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

AHMAD FARIZ THIRAFI

NRP. 3112 100 046

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir.Suwarno M.Eng.

.....(Pembimbing I)

2. Musta'in Arif, S.T.,M.T..

.....(Pembimbing II)

**SURABAYA
JANUARI, 2017**

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

EVALUASI STABILITAS BENDUNG DAN PONDASI SPILLWAY DENGAN MEMPERHATIKAN ADANYA ZONA GEMPA PADA PERENCANAAN PROYEK BENDUNGAN WAY APU DI MALUKU SELATAN

Nama Mahasiswa	: Ahmad Fariz Thirafi
NRP	: 3112 100 046
Jurusan	: Teknik Sipil FTSP-ITS
DosenKonsultasi	: Suwarno, Ir., M.Eng. Musta'in Arif S.T., M.T.

ABSTRAK

Abstrak—Bendungan Way Apu dibangun oleh Kementerian Pekerjaan Umum untuk mendistribusikan air secara merata pada Pulau Buru, Maluku Selatan. Nantinya, proyek ini direncanakan akan menjadi proyek bendungan terbesar dan termahal di wilayah Maluku. Sehingga kedepannya, Pulau Buru akan menjadi lumbung padi nasional untuk wilayah Indonesia Timur. Oleh karena itu, Bendungan Way Apu akan menjadi proyek yang vital untuk daerah Maluku Utara.

Bendungan way apu merupakan sebuah bendungan yang akan menampung air dengan elevasi ketinggian mencapai 24 m dari dasar bendung dengan tinggi bangunan Spillway mencapai 37 m, hal ini menimbulkan tekanan air yang besar. Serta lokasi Pulau Buru yang terletak pada gugusan pulau Maluku Selatan yang diapit oleh 2 lempeng tektonik dunia, sehingga mengakibatkan Pulau Buru ini memiliki potensi gempa yang tinggi.

Dalam Tugas Akhir ini akan dievaluasi terkait stabilitas bendung dan pondasi spillway dari aspek geoteknik dengan mempertimbangkan adanya zona gempa sekaligus perencanaan perkuatan jika bendung dan spillway dari bendungan way apu ini tidak stabil. Berdasarkan evaluasi tanah asli, membutuhkan waktu 7 tahun untuk selesai konsolidasi hingga 90%. Namun dalam

perencanaan, bendungan akan dibiarkan mengalami konsolidasi tanpa perlu adanya preloading. Dari hasil analisa konsolidasi pada zona barat mengalami konsolidasi sebesar 1,44 meter, zona tengah sebesar 1,76 meter dan zona timur sebesar 1,21 meter. Evaluasi perencanaan awal tubuh bendung menggunakan bantuan program PLAXIS 8.6. Skema evaluasi dibagi empat kondisi, kondisi kosong, kondisi muka air normal, kondisi muka air banjir, dan kondisi rapid drawdown dengan pengaruh gempa dan tanpa pengaruh gempa.

Untuk analisa evaluasi awal, hasil SF yang didapatkan kurang dari kriteria, sehingga direncanakan beberapa perkuatan tanah dasar berupa penggantian lapisan teratas tanah dasar dibawah tubuh bendung (2 m dari dasar tubuh bendung), Penambahan lapisan Geotextile pada dasar tubuh bendung (3 lapis dan 5 lapis), Melakukan grouting pada dasar tubuh bendung (sedalam 2m dari dasar tubuh bendung). Dari ketiga jenis perkuatan tersebut Grouting dan penggantian lapisan tanah dasar dibawah bendung dengan pasir yang memenuhi kriteria desain stabilitas tubuh bendung.

Untuk Analisa pondasi spillway digunakan beberapa syarat kontrol untuk menghitung stabilitasnya, stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap geser, stabilitas terhadap piping dan stabilitas terhadap daya dukung. Hasil analisa evaluasi pondasi spillway stabilitas terhadap daya dukung tidak cukup, sehingga perlu di tambahkan perkuatan tiang pancang, dari perhitungan didapatkan kebutuhan tiang pancang sebanyak 7179 buah yang di pasang didasar pondasi *spillway*

Kata Kunci— Bendungan, Way Apu, Tubuh Bendung, Spillway, geotextile, Grouting, PLAXIS

EVALUATION OF DAM STABILITY AND SPILLWAY FOUNDATION CONSIDERING EARTHQUAKE ZONE AT WAY APU DAM DESIGN IN SOUTH MALUKU

Name	: Ahmad Fariz Thirafi
NRP	: 3112 100 046
Department	: Teknik Sipil FTSP-ITS
Supervisor	: Suwarno, Ir., M.Eng. Musta'in Arif S.T., M.T.

ABSTRACT

Abstract - Way Apu Dam was built by the Ministry of Public Works to distribute water evenly on Buru Island, South Maluku. Later, the project is planned to be the largest and most expensive dam projects in Maluku Region. In the future, Buru Island will be the national granary for Eastern Indonesia. Therefore, Dam Way Apu will be a vital project for the area of North Maluku.

Way APU is a dam that will collect water with elevation reaching 24 m from the base and spillway building height reaches 37 m, this raises the water pressure. As well as the location of Buru Island which lies in the South Maluku islands flanked by two tectonic plates of the world, resulting high potential of earthquake.

In this final project will be evaluated related to the stability of the dam and spillway foundation from geotechnical aspects by considering the earthquake zone and planning retrofitting when the dam and spillway is unstable. Based on the evaluation of original soil, it takes 7 years to complete the consolidation up to 90%. However, in the planning, the dam will be allowed to consolidate without the need of preloading. From the analysis of consolidation, in the west zone experienced a consolidation of 1.44 meters, in the middle zone of 1.76 meters

and in the east zone 1.21 meters. Evaluation of the initial planning the body dam using PLAXIS 8.6. Evaluation scheme divided by four conditions, an empty condition, normal water level conditions, flood water level condition and rapid drawdown conditions with and without the influence of the effect of the earthquake.

Analysis of the initial evaluation, obtained SF less than the criteria, so it is planned some basic soil reinforcement such as replacing the top layer of subgrade below the dam body (2 m from the base of the dam body), The addition of the geotextile layer on the base the dam body (3-layer and 5-layer), Perform grouting on the base the dam body (2m deep from the bottom of the dam body). From all three types of the reinforcement, Grouting and replacement of basic soil layer below the dam that meets the stability design criteria the dam body.

To analyze spillway foundation, some terms used to calculate stability control, such as over turning stability, shear stability, piping stability, and the stability of bearing capacity. The results of the evaluation of the foundation spilway stability analysis on the carrying capacity is not sufficient, so the need to add minipile, from the calculation, needs as much as 7179 pile in under foundation of spillway

Kata Kunci— Dam, Way Apu, Dam Body, Spillway, geotextile, Grouting, PLAXIS

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum.wr.wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, taufiq dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Stabilitas Bendung dan Pondasi Spillway dengan Memperhatikan Adanya Zona Gempa pada Perencanaan Proyek Bendungan Way Apu di Maluku Selatan” ini tepat pada waktunya.

Adapun dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua Penulis, Ibu Ratih Satya Pratiwi dan Bapak Tri Poerwanto atas motivasi, pengorbanan dan doa tiada henti,
2. Bapak Ir.Suwarno, M.Eng selaku dosen pembimbing I atas bimbingan dan ilmu yang sangat banyak dalam pengerjaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Musta'in Arif, ST., MT selaku dosen pembimbing II atas bimbingan dan ilmu yang sangat banyak dalam pengerjaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Kedua adik tersayang Ahmad Nur Syamsu Ilhamsyah dan Annisa Rusyidina Sabila,
5. S.Gondo, Tontowi Ismail dan Widya Utama yang telah memberi motivasi selama pengerjaan tugas akhir.
6. Segenap dosen jurusan teknik sipil ITS, khususnya dosen bidang geoteknik yang telah memberi ilmu pelajaran, kritik, dan masukan selama masa perkuliahan penulis.
7. Teman-teman penulis yaitu Firsty Swastika Sari, Dheny Ashari HS, Mohamad Fajrin Hernata, Rif'atul Ummah, Dewi, Dodik Teguh A, Odjan, Mas Gilang, dan “Doro CS” yang senantiasa menemani hari hari kuliah, memberi dukungan, doa, maupun bantuan lainnya kepada penulis.
8. Teman-teman jurusan teknik sipil ITS semua angkatan yang telah memberi dukungan dan semangat dalam penyelesaian laporan ini.

9. Rekan-rekan satu bidang geoteknik yang senantiasa berdiskusi dan berbagi ilmu selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Walaupun jauh dari sempurna harapan saya semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi rekan-rekan sedisiplin ilmu. Penulis juga memohon maaf atas kekurangan yang ada pada laporan ini.
Wassalamualaikum wr. wb.

Surabaya, Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xxiii

BAB I	PENDAHULUAN	1
--------------	--------------------------	----------

1.1.	Latar Belakang.....	1
1.2.	Rumusan Masalah	7
1.3.	Tujuan	7
1.4.	Batasan Masalah	8
1.5.	Manfaat	8

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	9
---------------	-------------------------------	----------

2.1	Pengambilan Data Tanah	9
2.2	Analisa Parameter Tanah	9
	2.2.1 Pembuatan stratigrafi	9
2.3	Permasalahan Pembangunan Konstruksi di Atas Tanah Lunak.....	10
2.4	Pemampatan Konsolidasi (Consolidation Settlement)	10
	2.4.1 Besar konsolidasi	10

2.4.2 Waktu konsolidasi	16
2.5 Metode Elemen Hingga	17
2.5.1 Plaxis	17
2.6 Gaya Gaya yang Bekerja	22
2.7 Kontrol Stabilitas	24
2.7.1 Tidak Mengalami Penggulingan (over turning)	24
2.7.2 Erosi Bawah Tanah (Piping)	24
2.7.3 Kapasitas Daya Dukung	26
2.7.3.1 Perumusan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang	27
2.7.3.2 Perencanaan Daya Dukung Tiang Pancang berdasarkan SPT Lapangan	27
2.7.3.3 Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang Pancang	29
2.7.3.4 Ketahanan Pondasi Tiang Pancang terhadap Gaya Lateral	30

BAB III METODOLOGI..... 37

3.1. Bagan Alir	37
3.2. Studi Literatur	39
3.3. Pengumpulan Data dan analisa data	39
3.4. Tinjauan kondisi Zona Gempa	41
3.5. Menghitung Waktu Pemampatan Tanah	42
3.6. Merencanakan Perbaikan Tanah Dasar	42
3.7. Analisa Stabilitas Tanah dan Perhitungan	42
3.8. Analisa Stabilitas Spillway	42
3.9. Perencanaan Perkuatan Tanah Dasar	42

BAB IV	DATA dan ANALISA	43
4.1.	Data Tanah	43
4.2.	Analisa Parameter Tanah	44
4.3.	Analisa Parameter Gempa	53
4.4.	Data <i>Geotextile</i>	54
4.5.	Data <i>Grouting</i>	54
 BAB V	 EVALUASI PERENCANAAN BENDUNGAN	
	WAY APU	55
5.1.	Perhitungan Besar Pemampatan (S_c) dan Tinggi Timbunan Awal ($H_{initial}$)	55
5.2.	Perhitungan Waktu Konsolidasi	62
5.3.	Analisa Stabilitas Tubuh Bendung dengan Plaxis	63
5.3.1.	Analisa Kondisi Eksisting	67
5.3.2.	Penggantian lapisan teratas tanah dasar di bawah tubuh bendung	74
5.3.3.	Penambahan lapisan <i>geotextile</i> pada dasar tubuh bendung	82
5.3.4.	Melakukan Grouting pada dasar tubuh bendung	97
5.4.	Analisa Stabilitas Pondasi Pelimpah	105
5.4.1.	Perhitungan Berat Sendiri Spillway	109
5.4.2.	Perhitungan Gaya <i>Uplift</i>	109
5.4.3.	Gaya Horizontal Akibat Tekanan Tanah Samping	112

5.4.4.Perhitungan Tekanan Air Luar (Hidrostatik) dan Beban Air.....	113
5.4.5.Perhitungan Kontrol Guling	114
5.4.6.Perhitungan Kontrol Geser	116
5.4.7.Kontrol Stabilitas Piping	118
5.4.8.Kontrol Daya Dukung Tanah.....	118
5.4.9.Perencanaan Tiang Pancang	119
KESIMPULAN.....	121
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN 1.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Way Apo, Pulau Buru.....	2
Gambar 1.2	Peta Lempeng Tektonik Indonesia	3
Gambar 1.3	Denah Bendungan.....	3
Gambar 1.4	Lokasi Tinjauan Study	3
Gambar 1.5	Potongan I-I	5
Gambar 1.6	Denah Spillway.....	5
Gambar 1.7	Gambar Potongan A-A.....	5
Gambar 1.8	Gambar Potongan B-B.....	6
Gambar 1.9	Gambar Potongan C-C.....	5
Gambar 2.1	Visualisasi dan Notasi ΔP	12
Gambar 2.2	Grafik faktor pengaruh untuk beban bentuk Persegi	14
Gambar 2.3	Korelasi $q_{traffic}$ dengan Tinggi Timbunan Rencana	15
Gambar 2.4	Titik, garis, cluster dalam plaxis	19
Gambar 2.5	Pembagian Elemen-Elemen Segitiga pada Cluster.....	20
Gambar 2.6	Titik Nodal pada Elemen	20
Gambar 2.7	Titik Tegangan pada Elemen	20
Gambar 2.8	Permodelan Mohr-Coulomb Soil	21
Gambar 2.9	Shear Strenght Reduction.....	22
Gambar 2.10	Ilustrasi perhitungan piping.....	25
Gambar 2.11	Prosedur Desain untuk Masing-masing Kondisi.....	32

Gambar 2.12	Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi I	33
Gambar 2.13	Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi II	34
Gambar 2.13	Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi III	35
Gambar 3.1	Diagram Alir	37
Gambar 3.1	Bagan plastisitas	41
Gambar 4.1	Layout Lokasi Titik Bor dan Pembagian Wilayah (Sumber: PT. ABCO CONSULTANT.)	44
Gambar 4.2	Hubungan N-SPT dan Kedalaman	45
Gambar 4.3	Grafik Parameter Tanah Menurut Kedalaman (a) Berat Jenis Tanah Jenuh, (b)Kuat Geser Tanah, (c) Kadar Air, (d) Specific Gravity, (e) Liquid Limit, (f) Indeks Plastisitas, (g)Koefisien Konsolidasi, (h) Angka Pori	46
Gambar 4.4	Stratigrafi Lapisan Tanah Hasil Analisa	52
Gambar 4.5	Asumsi Muka Air Kosong	52
Gambar 4.6	Asumsi Muka Air Normal	52
Gambar 4.7	Asumsi Muka Air Banjir	53
Gambar 4.8	Nilai Spektral Percepatan Di Permukaan Dari Gempa Risk-Targeted Maximum Consider Earthquake Dengan Probabilitas Keruntuhan Bangunan 1% Dalam 50 Tahun	53

Gambar 5.1	Pembagian Lapisan Tanah Dasar Setiap 5m .	55
Gambar 5.2	Grafik Hubungan H_{final} dan $H_{initial}$	61
Gambar 5.3	Grafik Hubungan H_{final} dengan settlement (Zona Tengah).....	61
Gambar 5.4	Permodelan ground water flow saat muka air kosong	63
Gambar 5.5	Permodelan ground water flow saat muka air normal.....	64
Gambar 5.6	Permodelan ground water flow saat muka air banjir.....	64

Eksisting

Gambar 5.7	Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa.....	67
Gambar 5.8	Total displacement muka air kosong dengan pengaruh gempa.....	67
Gambar 5.9	Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa.....	68
Gambar 5.10	Total displacement muka air normal dengan pengaruh gempa.....	68
Gambar 5.11	Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	69
Gambar 5.12	Total displacement muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	69
Gambar 5.13	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing Gempa.....	70
Gambar 5.14	Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa.....	70

Gambar 5.15	Total displacement muka air kosong tanpa pengaruh gempa.....	71
Gambar 5.16	Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa	71
Gambar 5.17	Total displacement muka air normal tanpa pengaruh gempa.....	72
Gambar 5.18	Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa	72
Gambar 5.19	Total displacement muka air banjir tanpa pengaruh gempa.....	73
Gambar 5.20	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing.....	73

Pasir

Gambar 5.21	Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa.....	74
Gambar 5.22	Total displacement muka air kosong dengan pengaruh gempa.....	75
Gambar 5.23	Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa.....	75
Gambar 5.24	Total displacement muka air normal dengan pengaruh gempa.....	76
Gambar 5.25	Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	76
Gambar 5.26	Total displacement muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	77
Gambar 5.27	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing Gempa.....	77

Gambar 5.28	Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa.....	78
Gambar 5.29	Total displacement muka air kosong tanpa pengaruh gempa.....	78
Gambar 5.30	Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa	79
Gambar 5.31	Total displacement muka air normal tanpa pengaruh gempa.....	79
Gambar 5.32	Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa	80
Gambar 5.33	Total displacement muka air banjir tanpa pengaruh gempa.....	80
Gambar 5.34	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing	81

Geotextile 3 Lapis

Gambar 5.35	Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa.....	82
Gambar 5.36	Total displacement muka air kosong dengan pengaruh gempa.....	83
Gambar 5.37	Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa.....	83
Gambar 5.38	Total displacement muka air normal dengan pengaruh gempa.....	84
Gambar 5.39	Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	84
Gambar 5.40	Total displacement muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	85

Gambar 5.41	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing Gempa.....	85
Gambar 5.42	Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa.....	86
Gambar 5.43	Total displacement muka air kosong tanpa pengaruh gempa.....	86
Gambar 5.44	Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa	87
Gambar 5.45	Total displacement muka air normal tanpa pengaruh gempa.....	87
Gambar 5.46	Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa	88
Gambar 5.47	Total displacement muka air banjir tanpa pengaruh gempa.....	88
Gambar 5.48	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing	89

Geotextile 5 Lapis

Gambar 5.49	Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa.....	89
Gambar 5.50	Total displacement muka air kosong dengan pengaruh gempa.....	90
Gambar 5.51	Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa.....	90
Gambar 5.52	Total displacement muka air normal dengan pengaruh gempa.....	91
Gambar 5.53	Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	91
Gambar 5.54	Total displacement muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	92

Gambar 5.55	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing Gempa.....	92
Gambar 5.56	Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa.....	93
Gambar 5.57	Total displacement muka air kosong tanpa pengaruh gempa.....	93
Gambar 5.58	Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa	94
Gambar 5.59	Total displacement muka air normal tanpa pengaruh gempa.....	94
Gambar 5.60	Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa	95
Gambar 5.61	Total displacement muka air banjir tanpa pengaruh gempa.....	95
Gambar 5.62	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing	96

Grouting

Gambar 5.63	Grouting konsolidasi sedalam 2 meter dari dasar bendung (lapisan berwarna biru).....	97
Gambar 5.64	Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa.....	98
Gambar 5.65	Total displacement muka air kosong dengan pengaruh gempa.....	98
Gambar 5.66	Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa.....	99
Gambar 5.67	Total displacement muka air normal dengan pengaruh gempa.....	99
Gambar 5.67	Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	100

Gambar 5.69	Total displacement muka air banjir dengan pengaruh gempa.....	100
Gambar 5.70	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing Gempa.....	101
Gambar 5.71	Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa.....	101
Gambar 5.72	Total displacement muka air kosong tanpa pengaruh gempa.....	102
Gambar 5.73	Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa	102
Gambar 5.74	Total displacement muka air normal tanpa pengaruh gempa.....	103
Gambar 5.75	Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa	103
Gambar 5.76	Total displacement muka air banjir tanpa pengaruh gempa.....	104
Gambar 5.77	Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing	104
Gambar 5.78	Pembagian luasan untuk perhitungan gaya berat	107
Gambar 5.79	Gambar titik tinjauan uplift.....	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Korelasi N-SPT dan Konsistensi Tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung)	10
Tabel 2.2	Nilai luas kurva normal untuk nilai t	11
Tabel 2.3	Variasi Faktor Waktu Terhadap Derajat Konsolidasi	17
Tabel 2.4	Korelasi N_c, N_q dan N_γ	27
Tabel 4.1	Parameter Tanah Dasar Zona Tengah	51
Tabel 4.2	Parameter Tanah Dasar Zona Tengah	51
Tabel 4.3	Parameter Tanah Dasar Zona Timur	51
Tabel 4.4	Parameter Tanah pada Permodelan Plaxis.....	52
Tabel 5.1	Hasil Perhitungan H initial, H Bongkar Traffic dan H final Alternatif 1	60
Tabel 5.2	Kondisi dan kombinasi beban serta factor keamanan minimum	66
Tabel 5.3	Rekapitulasi SF Kondisi Eksisting	74
Tabel 5.4	Rekapitulasi SF Kondisi Penggantian Lapisan...	81
Tabel 5.5	Rekapitulasi SF Kondisi Penambahan Lapisan Geotextile	96
Tabel 5.6	Rekapitulasi SF Kondisi Penambahan Lapisan Grouting	105
Tabel 5.7	Perhitungan Berat Sendiri Spillway	109
Tabel 5.8	Perhitungan Gaya Uplift Muka Air Normal	109
Tabel 5.9	Perhitungan Uplift Vertikal Muka Air Normal ..	110
Tabel 5.10	Perhitungan Uplift Horizontal Muka Air Normal	110
Tabel 5.11	Perhitungan Gaya Uplift Muka Air Banjir	111

Tabel 5.12	Tabel 5.12 Perhitungan Uplift Vertikal Muka Air Banjir	111
Tabel 5.13	Perhitungan Uplift Horizontal Muka Air Banjir	112
Tabel 5.14	Kontrol Guling Muka Air Normal.....	114
Tabel 5.15	Kontrol Guling Muka Air Banjir	115
Tabel 5.16	Kontrol Geser Muka Air Normal	116
Tabel 5.17	Kontrol Geser Muka Air Banjir.....	117
Tabel 5.18	Kontrol Piping Muka Air Normal	118
Tabel 5.19	Kontrol Piping Muka Air Banjir	118

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Bendungan atau dam adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Seringkali bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air. Kebanyakan dam juga memiliki bagian yang disebut pintu air untuk membuang air yang tidak diinginkan secara bertahap atau berkelanjutan. Selain itu, bendungan juga memiliki fungsi dan tujuan nya sebagai berikut :

1. Mengalirkan air ke sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sehingga dapat menghasilkan listrik.
2. Sebagai penyedia air bersih.
3. Untuk irigasi yang diperlukan untuk mengairi sawah dan ladang.
4. Sebagai tempat rekreasi.
5. Tempat hidup habitat untuk ikan dan hewan lainnya.
6. Sebagai pengendali banjir dan sebagainya

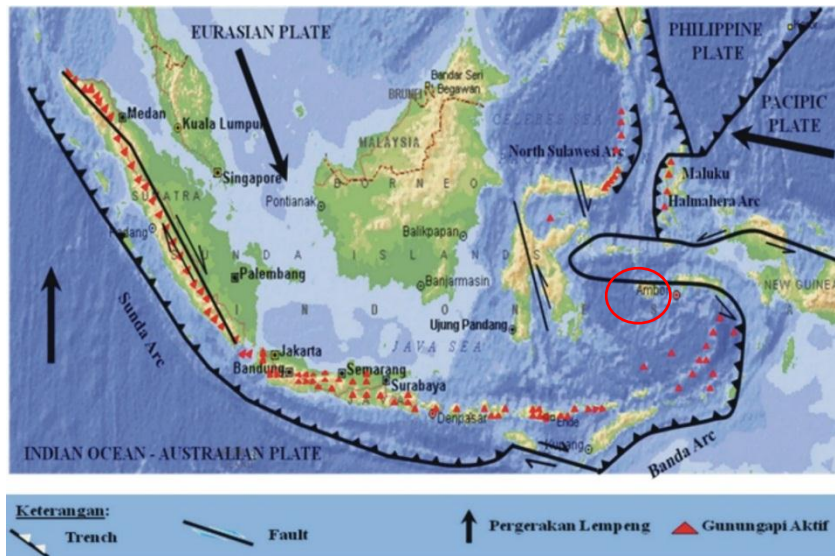
Bendungan sendiri memiliki beberapa bagian, meliputi badan bendungan yang berfungsi sebagai penghalang air, pondasi yang berfungsi untuk menjaga kokohnya bendungan, pintu air ntuk mengatur, membuka dan menutup aliran air di saluran baik yang terbuka maupun tertutup, bangunan pelimpah (*Spillway*) untuk mengalirkan air banjir yang masuk ke dalam waduk agar tidak membahayakan keamanan bendungan, canal untuk menampung limpahan air ketika curah hujan tinggi, *Reservoir* untuk menampung/menerima limpahan air dari bendungan, *Stilling Basin* Memiliki fungsi yang sama dengan energy dissipater, katup fungsinya sama dengan pintu air biasa, hanya dapat menahan tekanan yang lebih tinggi (pipa air, pipa pesat dan terowongan tekan), serta *drainage gallery* digunakan sebagai alat pembangkit listrik pada bendungan.

Kebijakan pemerintah Indonesia, pulau Buru diproyeksikan akan menjadi lumbung padi nasional untuk wilayah Indonesia Timur pada tahun 2016, sehingga pemerintah berusaha meningkatkan berbagai infrastruktur penunjang keinginan tersebut, salah satunya dengan pembangunan bendungan. Sebenarnya di Pulau Buru sudah terdapat 2 bendungan yaitu bendungan Way Ela dan Way Leman, namun 2 bendungan tersebut dirasa masih kurang, sehingga pemerintah akan membangun bendungan Way Apu yang direncanakan untuk dibangun pada awal tahun 2016 dan akan menjadi bendungan terbesar di Maluku.

Di kecamatan Way Apu Kabupaten Buru Maluku Selatan yang terletak sekitar 45 km dari Namlea, Ibu kota Kabupaten Buru, seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.1** di rencanakan bendung yang di lengkapi dengan spillway untuk keperluan pengairan. Secara geografis pulau Buru berada pada koor-dinat $3^{\circ}05' - 3^{\circ}50' \text{ L S}$ dan $125^{\circ}59' - 127^{\circ}16' \text{ BT}$ dimana lokasi tersebut terletak di pertemuan 2 lempeng tektonik dunia, yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Pasifik, yang menyebabkan Pulau Buru ini rawan mengalami gempa tektonik (**Gambar 1.2**). Karakteristik geologi pulau Maluku terdiri dari batuan sedimen, metamorf, dan batuan beku yang tersebar hampir merata di setiap gugus pulau. Selain itu, adanya gunung api yang masih aktif dan tidak aktif, dapat menyebabkan potensi terjadinya gempa vulkanik; walaupun potensinya tidak sebesar gempa tektonik.



Gambar 1.1 Peta lokasi Wayapo, Pulau Buru, Maluku Selatan



Gambar 1.2 Peta Lempeng Tektonik Indonesia

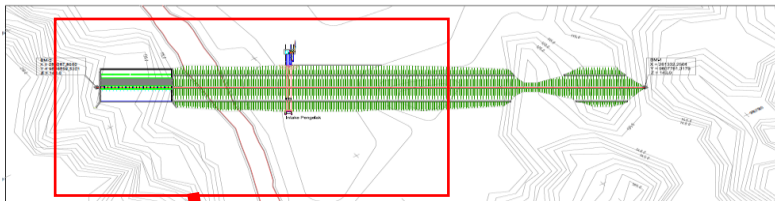
Perencanaan awal bendungan ini sudah dilakukan oleh PT. ABCO CONSULTANT. , namun karena suatu hal pihak Kementerian Pekerjaan Umum meminta ITS (Institut Teknologi Sepuluh November) untuk mengevaluasi ulang perencanaan tersebut. Tugas akhir ini akan mengevaluasi perencana tersebut, tetapi pembahasannya akan dibatasi pada tubuh bendung dan podansi *spillway*-nya saja. Evaluasi yang dilakukan meliputi stabilitas bendung dan pondasi *spillway* dengan memperhatikan adanya zona gempa.

Stabilitas bendung akan ditinjau dalam 4 kondisi yaitu kondisi kosong, muka air normal, muka air banjir, dan muka air surut mendadak, dalam hal ini dikarenakan keterbatasan software muka air surut tiba tiba tidak dapat disimulasikan dan nilai SF diasumsikan sebagai nilai terkecil dari ketiga kondisi lainnya; sedangkan pondasi *spillway* ditinjau dalam kondisi muka air normal dan mukai air banjir. Apabila hasil evaluasi menunjukkan

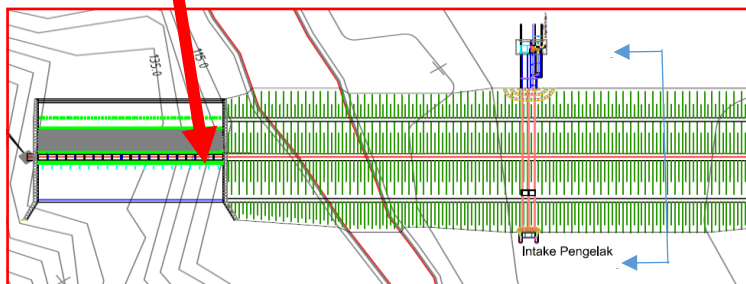
bahwa bangunan spillway dan bendungan tidak stabil maka akan direncanakan perkuatannya.

Denah bendungan beserta spillwaynya dapat dilihat pada Gambar 1.3. Bendungan ini memiliki panjang 1395,2 m dan lebar 215 m; pada Gambar 1.5 dapat diketahui elevasi puncak tubuh bendung tertinggi +142.00, elevasi tertinggi crest cofferdam +123.7, dasar bendungannya terletak pada +105.00. bendungan memiliki tinggi total 37 m dari dasar bendungan. Bendung ini memiliki kemiringan sisi hulu 1:2,9 dan kemiringan 1:2,5 pada sisi hilir (Gambar 1.4).

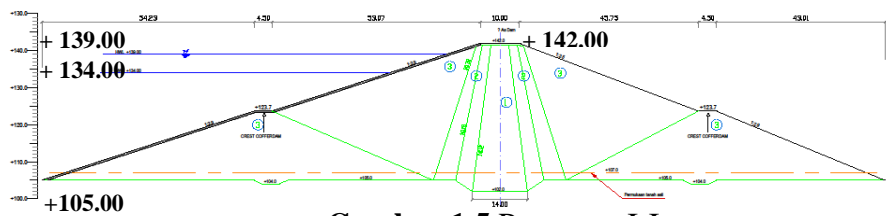
Bangunan spillway memiliki panjang 200 m dan dasar spillway memiliki sisi hulu pada elevasi +115.00 dan sisi hilir pada elevasi +105.00 (Gambar 1.6 dan Gambar 1.8) untuk elevasi rencana muka air normal +134.00; elevasi muka air banjir +139.00 (Gambar 1.7); serta. Elevasi tertinggi bangunan spillway sejajar dengan elevasi muka air normal yaitu pada elevasi +134.00 (19 meter dari dasar spillway). Dalam perencanaan yang sudah ada perkuatan tanah dasar di bawah spillway dilakukan dengan cara memasang tiang pancang yang dikombinasikan dengan sistim preloading dan pemasangan PVD hingga kedalaman +85.00 untuk percepatan pemampatannya (Gambar 1.8). Perkuatan tanah dasar di asumsikan belum ada, dan data tanah terlampir.



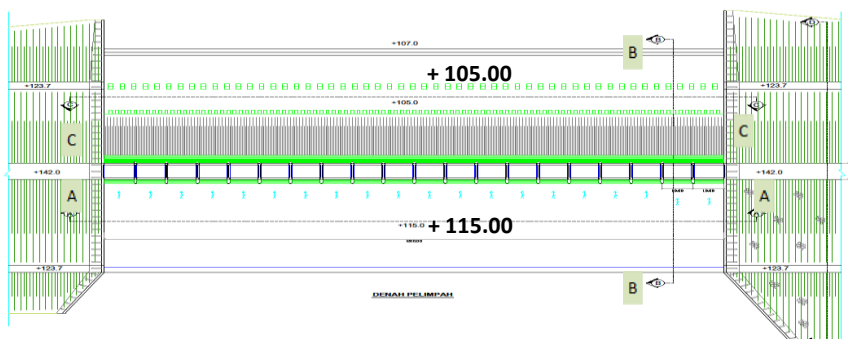
Gambar 1.3 Denah Bendungan



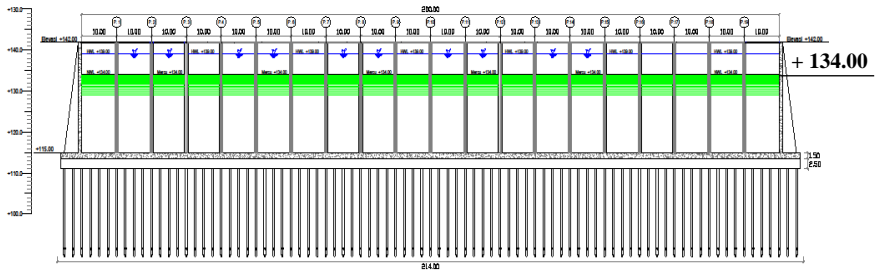
Gambar 1.4 Tinjauan Lokasi Study



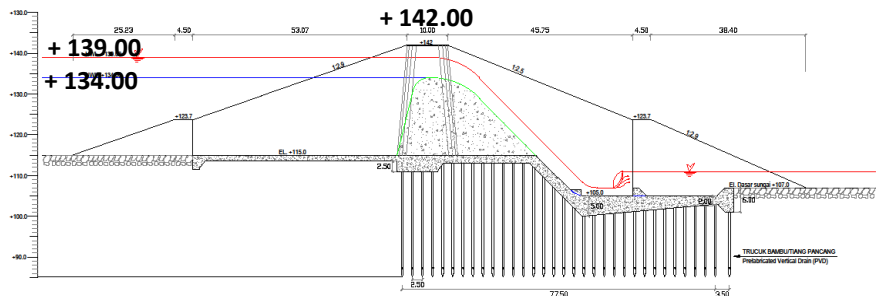
Gambar 1.5 Potongan I-I



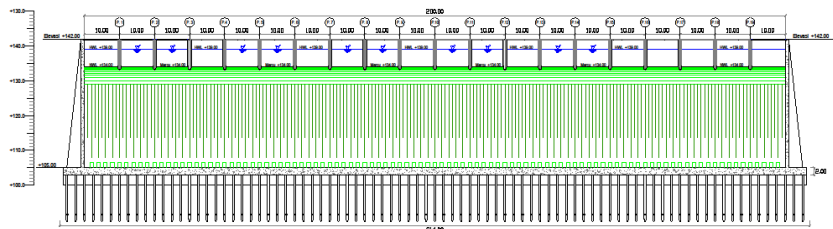
Gambar 1.6 Denah spillway



Gambar 1.7 Gambar Potongan A-A



Gambar 1.8 Gambar Potongan B-B



Gambar 1.9 Gambar Potongan C-C

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana kondisi tanah Bendungan Way Apu ?
2. Berapakah besar dan lama waktu pemampatan yang terjadi pada tubuh Bendungan dan bangunan spillway pada bendungan Way Apu ?
3. Berapa angka keamanan stabilitas tubuh bendung pada Bendungan Way Apu ?
4. Bagaimana perencanaan pondasi di bawah bendung ?
5. Apakah pondasi *Spillway* yang sudah ada stabil terhadap stabilitas guling, geser dan daya dukung tanah pada saat kondisi muka air normal dan muka air banjir.
6. Jika Stabilitas tidak memenuhi, rencana perencanaan seperti apa yang di berikan untuk memperkuat bangunan *spillway* agar menjadi stabil.
7. Bagaimana pengaruh zona gempa terhadap stabilitas bangunan Spillway.

1.3 TUJUAN

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kondisi tanah dari bendungan Way Apu.
2. Mengetahui besar dan lama waktu pemampatan yang terjadi pada tubuh bendungan.
3. Mengetahui angka keamanan tubuh bendung.
4. Mengetahui perencanaan pondasi di bawah bendung.
5. Mengetahui stabilitas pondasi *spillway* terhadap muka air normal dan banjir.
6. Mengetahui perencanaan pondasi *spillway* yang di berikan apabila bangunan spillway tidak stabil.
7. Mengetahui pengaruh dari zona gempa terhadap struktur bangunan bendungan.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam penulisan tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Data yang digunakan dalam perencanaan merupakan data sekunder yang didapat dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya,
2. Tidak merencanakan Spillway dari aspek hidrolis.
3. Data muka air normal dan muka air banjir tidak dari gambar rencana spillway yang sudah ada.
4. Untuk perhitungan stabilitas lereng bendung menggunakan aplikasi bantu.
5. Tidak memperhitungkan biaya

1.5 MANFAAT

Evaluasi dalam Tugas Akhir ini dimaksudkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan pembangunan Bendungan Way Apu, khususnya pada perencanaan bendung dan Spillway.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengambilan Data Tanah

Data tanah merupakan data yang diperoleh dari hasil penyelidikan lapangan dan hasil tes laboratorium. Salah satu tes penyelidikan tanah di lapangan yaitu menggunakan tes boring dan SPT (*Standart Penetration Test*). Pengambilan *sample* data tanah dilakukan di beberapa titik pada beberapa kedalaman untuk mengetahui jenis dan pengetesan parameter tanah di laboratorium. Dalam menentukan jenis dan parameter tanah untuk perencanaan perlu dilakukan analisa dengan pembuatan stratigrafi dan pemilihan dengan metode statistik.

2.2 Analisa Parameter Tanah

2.2.1 Pembuatan stratigrafi

Stratigrafi tanah dibuat untuk mengetahui kondisi tanah dasar di lokasi pembangunan. Sebelum membuat stratigrafi tanah, perlu dilakukan pendekatan statistik sederhana terhadap data-data tanah yang dimiliki. Pendekatan statistik yang digunakan adalah dengan pengambilan keputusan berdasarkan koefisien varian (CV) dari suatu distribusi nilai parameter tanah.

Beberapa persamaan statistik yang digunakan antara lain (ITS,1998) :

- Rata –rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{n=1}^1 X}{n} \quad [2.1]$$

- Standar Deviasi

$$STD = \sqrt{\frac{\sum (x-U)^2}{n}} \quad [2.2]$$

- Koefisien Varian

$$CV = \frac{STD}{U} \times 100\% \quad [2.3]$$

Dimana distribusi sebaran suatu nilai dapat diterima jika harga koefisien varian (CV) dari sebaran tersebut bernilai lebih kecil atau sama dengan 30%. Apabila nilai koefisien varian (CV) lebih besar dari pada 30%, maka perlu dilakukan pembagian layer tanah sampai nilai CV tersebut kurang dari atau sama dengan 30%.

Pembagian layer tanah didasarkan atas korelasi nilai N-SPT pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Korelasi N-SPT dan Konsistensi Tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung)

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, C_u		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan konus, q_c (dari Sondir)	
	kPa	ton/ m ²		kg/cm ²	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000–2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5.	5 – 10	20 – 40	2000 –4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 10.	10 – 20	40 – 75	4000 – 7500
Sangat kaku (very stiff)	100 – 200	10. – 20.	20 – 40	75– 150	7500 – 15000
Keras (hard)	> 200	> 20.	> 40	> 150	> 15000

Sumber : Mochtar (2006), revised (2012)

(Sumber : Mochtar,2006; revised,2012)

2.3 Permasalahan Pembangunan Konstruksi di Atas Tanah Lunak

Tanah lempung merupakan jenis tanah lunak yang kurang menguntungkan untuk digunakan sebagai lapisan tanah dasar pondasi, karena daya dukung tanah ini sangat rendah dan memiliki kemampumampatan tinggi. Tanah lunak atau sangat lunak memiliki daya dukung sangat rendah, yang menyebabkan tanah tidak mampu mendukung tinggi timbunan rencana beserta beban lalu lintasnya, sehingga memerlukan perbaikan tanah dasar yang cukup.

2.4 Pemampatan Konsolidasi (*Consolidation Settlement*)

2.4.1 Besar konsolidasi

2.4.1.1 Mencari angka indeks kompresi (C_c) dan indeks swelling (C_s)

Indeks Kompresi atau indeks kemampatan (C_c) adalah indeks yang digunakan untuk memprediksi besarnya penurunan (settlement) tanah di bawah pondasi yang terjadi dilapangan

sebagai akibat konsolidasi. Angka C_c dan C_s dicari menggunakan rumus Kokasih dan Mochtar (1998) sebagai berikut :

$$C_c = 0.006 LL + 0.13 e_0 - 0.13$$

$$C_s = 0.002 LL + 0.02 e_0 - 0.05$$

2.4.1.2 Besar konsolidasi penimbunan langsung

Penimbunan timbunan setinggi H di atas tanah lunak akan menyebabkan terjadinya penambahan tegangan pada tanah dasar sehingga mengakibatkan adanya konsolidasi. Terdapat dua jenis konsolidasi berdasarkan tegangan yang diakibatkan, yaitu :

1. Tanah terkonsolidasi secara normal, *Normally Consolidated Soil* (NC-Soil), di mana tegangan *overburden* efektif pada saat ini adalah merupakan tegangan maksimum yang pernah dialami tanah tersebut.
2. Tanah terkonsolidasi lebih, *Over Consolidated Soil* (OC-Soil), di mana tegangan *overburden* efektif saat ini adalah lebih kecil daripada tegangan yang pernah dialami oleh tanah yang bersangkutan sebelumnya.

Tanah disebut sebagai NC-Soil atau OC-soil tergantung dari harga *Over Consolidation Ratio* (OCR), yang didefinisikan dengan persamaan berikut ini:

$$OCR = \frac{\sigma_c'}{\sigma_o'} \quad [2.6]$$

di mana:

σ_c' = effective past overburden pressure

σ_o' = effective overburden pressure

NC-Soil mempunyai harga $OCR = 1$ dan OC soil mempunyai harga $OCR > 1$.

Secara umum besar pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah lempung setebal H dapat dihitung dengan persamaan (Das, 1985):

1. Untuk tanah *Normally Consolidated* (NC-Soil):

$$S_c = C_c \cdot \frac{H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma_{vo}'} \quad [2.7]$$

2. Untuk tanah *Over Consolidated* (OC-Soil):

- Bila $(\sigma'_{vo} + \Delta\sigma) \leq \sigma_c'$, maka:

$$S_c = \frac{C_s H_0}{1+e_0} \cdot \frac{\log(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{v0}} \quad [2.8]$$

- Bila $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma) > \sigma'_c$, maka:

$$S_c = \frac{C_s H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}} + \frac{C_c H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma}{\sigma'_c} \quad [2.9]$$

di mana:

S_c = besar pemampatan yang terjadi (m)

C_c = indeks pemampatan (*compression index*)

C_s = indeks pemuaiian (*swelling index*)

e_0 = angka pori

σ'_o = tegangan overburden efektif

$\Delta\sigma$ = penambahan beban vertikal (beban luar)

σ_c = tegangan prakonsolidasi

Sehingga besar pemampatan total adalah:

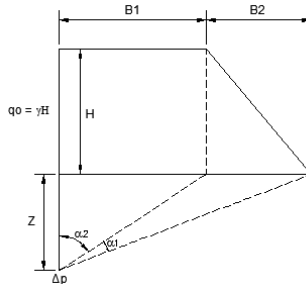
$$S_c = \sum_{i=1}^n S_{ci} \quad [2.10]$$

di mana:

n = jumlah lapisan tanah yang akan dihitung besar pemampatan konsolidasi.

S_{ci} = besar pemampatan konsolidasi untuk lapisan ke- i

$\Delta\sigma'$ merupakan tambahan tegangan akibat pengaruh beban timbunan yang ditinjau di tengah-tengah lapisan. Menurut Braja M. Das (1985), dalam bukunya “*Principles of Foundation Engineering, Second Edition*” diagram tegangan tanah akibat timbunan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Visualisasi dan Notasi Δp

Besarnya $\Delta\sigma'$ adalah:

$$\Delta\sigma' = \frac{q_0}{\pi} x \left[\left(\frac{B_1+B_2}{B_2} \right) x(\alpha_1 + \alpha_2) - \left(\frac{B_1}{B_2} x \alpha_2 \right) \right] \quad [2.11]$$

di mana:

q_0 = beban timbunan (t/m²) $\rightarrow q_0 = \gamma_{\text{timb}} \times h_{\text{timb}}$

$\Delta\sigma'$ = besarnya tegangan akibat pengaruh beban timbunan yang ditinjau di tengah-tengah lapisan (t/m²)

$\alpha_1 = \tan^{-1} \left(\frac{B_1+B_2}{z} \right) - \tan^{-1} x \left(\frac{B_1}{z} \right)$ (radian)

$\alpha_2 = \tan^{-1} x \left(\frac{B_1}{z} \right)$ (radian)

B_1 = 1/2 lebar timbunan

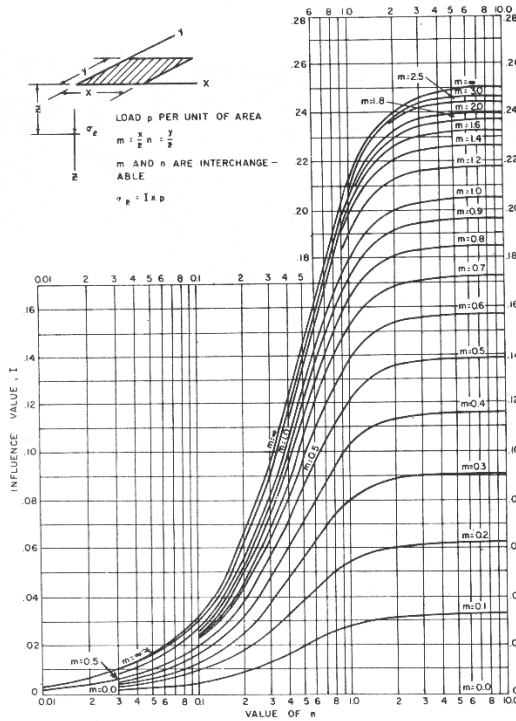
B_2 = panjang proyeksi horizontal kemiringan timbunan.

Nilai $\Delta\sigma'$ yang diperoleh adalah untuk 1/2 bentuk timbunan sehingga untuk bentuk timbunan yang simetris, nilai I yang diperoleh harus dikali 2, dan berubah menjadi:

$$\Delta\sigma' = 2 \times q_0 \quad [2.12]$$

Untuk distribusi tegangan beban persegi menggunakan persamaan:

$$\Delta\sigma' = I \times q_0 \quad [2.13]$$



Gambar 2.2 Grafik Faktor Pengaruh untuk Beban Bentuk Persegi (sumber : Mochtar, 2000)

Setelah didapatkan besar pemampatan konsolidasi maka dapat dihitung tinggi timbunan awal (H_{initial}) yang dibutuhkan untuk mencapai tinggi final yang direncanakan.

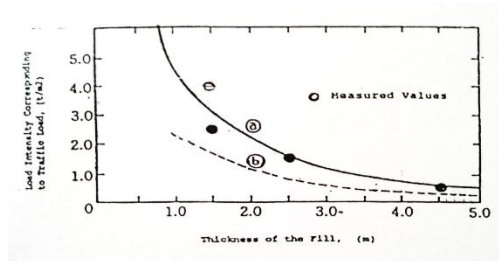
2.4.1.3 Perhitungan tinggi timbunan awal (H_{initial})

Tinggi timbunan awal pada saat pelaksanaan tidak sama dengan tinggi timbunan rencana. Penentuan dari tinggi timbunan rencana pada saat pelaksanaan fisik (dengan memperhatikan adanya pemampatan), dapat dihitung dengan (Mochtar, 2012):

$$\begin{aligned}
 q_{\text{final}} &= q = (H_{\text{inisial}} \times \gamma_{\text{timb}}) - (S_c \times \gamma_{\text{timb}}) + (S_c \times \gamma'_{\text{timb}}) \\
 q_{\text{final}} &= q = (H_{\text{inisial}} - S_c) \gamma_{\text{timb}} + (S_c \times \gamma'_{\text{timb}}) \\
 H_{\text{inisial}} &= \frac{q + (S_c \times \gamma_{\text{timb}}) - (S_c \times \gamma'_{\text{timb}})}{\gamma_{\text{timb}}} \quad [2.14]
 \end{aligned}$$

$$H_{\text{akhir}} = H_{\text{inisial}} - S_c \text{ timbunan} - S_c \text{ pavement} - H_{\text{bongkar traffic}} + \text{tebal}_{\text{pavement}} \quad [2.15]$$

Untuk penentuan $H_{\text{bongkar traffic}}$ digunakan grafik Road Association, 1986 pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Korelasi q *Traffic* dengan Tinggi Timbunan Rencana

2.4.1.4 Besar konsolidasi penimbunan bertahap

Pelaksanaan penimbunan di lapangan biasanya dilakukan secara bertahap dengan kecepatan sesuai yang direncanakan. Maka dari itu perlu dihitung besar pemampatan konsolidasi akibat penambahan beban timbunan bertahap.

Untuk pembebanan secara bertahap dimana besar beban di setiap tahapan adalah Δp , digunakan persamaan berikut :

1. Bila $(p_o' + \Delta p_1) \leq p_c'$

$$S_c = \frac{C_s \cdot H}{1 + e_0} \left[\log \left(\frac{p_o' + \Delta p_1}{p_o'} \right) \right] \quad [2.16]$$

2. Bila $(p_o' + \Delta p_1 + \Delta p_2) > p_c'$

$$S_c = \frac{C_s \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{p_c'}{p_o' + \Delta p_1} + \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{p_o' + \Delta p_1 + \Delta p_2}{p_c'} \quad [2.17]$$

3. Bila $(p_o' + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3) > p_c'$

$$S_c = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{p_o' + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3}{p_o' + \Delta p_1 + \Delta p_2} \quad [2.18]$$

Dimana: S_c = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ditinjau

- H = tebal lapisan tanah *compressible*
 e_0 = angka pori awal (*initial void ratio*)
 C_c = indeks kompresi
 C_s = indeks mengembang
 Δp = beban *surchage*
 p'_0 = tekanan tanah vertikal efektif dari suatu titik di tengah-tengah lapisan ke-i akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut di lapangan (*effective overburden pressure*)

2.4.2 Waktu konsolidasi

Pada umumnya tebal dari lapisan yang memampat dinyatakan sebagai H dan panjang terjauh dari aliran rembesan air disebut H_{dr} . Persamaan dari Terzaghi (1984), untuk menghitung waktu konsolidasi dari lapisan tanah yang memampat tersebut adalah:

$$t = \frac{T_v \cdot (H_{dr})^2}{C_v} \quad [2.19]$$

di mana:

- T_v = faktor waktu (Tabel 2.2)
 t = waktu konsolidasi (detik)
 C_v = koefisien konsolidasi (cm^2/det)
 H_{dr} = panjang aliran air terpanjang

Untuk lapisan tanah yang dibatasi oleh 2 (dua) lapisan yang lolos air (*permeable*), misalnya pasir atau kerikil, panjang $H_{dr} = \frac{1}{2} \times$ tebal lapisan. Akan tetapi, bila lapisan sebelah bawah berupa lapisan kedap air, maka aliran rembesan dianggap hanya dapat menuju ke atas lapisan, sehingga $H_{dr} = H$.

Untuk konsolidasi tanah yang berlapis-lapis dengan ketebalan berbeda, waktu konsolidasi dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mochtar, 2012):

$$C_v = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left(\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right)^2} \quad [2.20]$$

di mana:

- H_1, H_2, \dots, H_n = tebal lapisan-lapisan tanah lempung yang mengalami pemampatan.

$C_{v1}, C_{v2}, \dots, C_{vn}$ = harga C_v untuk masing-masing lapisan tanah yang bersangkutan.

Tabel 2.2 Variasi Faktor Waktu Terhadap Derajat Konsolidasi

Derajat Konsolidasi U%	Faktor Waktu T_v
0	0
10	0,008
20	0,031
30	0,071
40	0,126
50	0,197
60	0,287
70	0,403
80	0,567
90	0,848
100	-

(sumber: Braja M. Das, 1985)

2.5 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga merupakan metode perhitungan yang didasarkan pada konsep diskretasi, yaitu pembagian suatu system struktur, massa, atau benda padat menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Pembagian ini memungkinkan system ini memiliki derajat kebebasan tidak terhingga menjadi derajat kebebasan terhingga, sehingga memudahkan perhitungan masing-masing, sehingga memudahkan proses perhitungan karena benda tersebut sudah dibuat menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Metode Elemen Hingga juga merupakan metode pendekatan, semakin kecil pembagian elemen-elemen kecil semakin akurat perhitungan pendekatan melalui Metode Elemen Hingga. Metode Elemen Hingga dapat digunakan untuk menghitung distribusi beban yang terjadi pada elemen seperti deformasi dan tegangan.

2.5.1 Plaxis

PLAXIS merupakan sebuah program dalam bidang geoteknik yang menggunakan Metode Elemen Hingga untuk aplikasi geoteknik dimana digunakan model-model tanah untuk

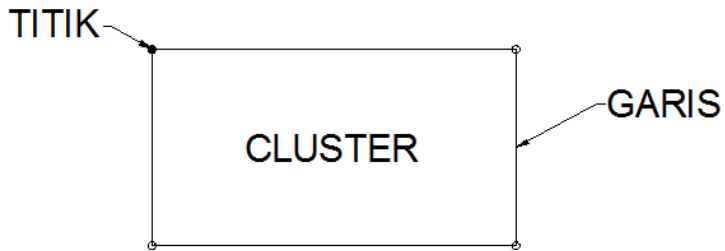
melakukan simulasi terhadap perilaku dari tanah. Pengembangan PLAXIS dimulai pada tahun 1987 di Universitas Delft (Delft University of Technology) atas inisiatif Departemen Tenaga Kerja dan Pengelolaan Sumber Daya Air Belanda (*Dutch Department of Public Works and Water Management /Rijkswaterstaat*). Tujuan awal dari pembuatan Program PLAXIS adalah untuk menciptakan sebuah program komputer berdasarkan Metode Elemen Hingga dua dimensi yang mudah digunakan untuk menganalisa tanggul-tanggul yang dibangun di atas tanah lunak di dataran rendah di Belanda. Pada tahun-tahun berikutnya, PLAXIS dikembangkan lebih lanjut hingga mencakup hampir seluruh aspek perencanaan geoteknik lainnya.

Didalam Plaxis pemodelan struktur geoteknik pada umumnya dapat dimodelkan menjadi regangan bidang (plane strain) atau model axi-simetri. Pada model regangan bidang model geometri penampang melintang yang kurang lebih seragam dengan kondisi regangan dan kondisi pembebanan yang cukup panjang dalam arah tegak lurus terhadap penampang tersebut (arah z). Perpindahan dan regangan dalam arah z diasumsikan tidak memiliki pengaruh (bernilai 0) karena arah tersebut di asumsikan memiliki panjang yang tidak terbatas. Walaupun demikian tegangan normal pada arah z diperhitungkan sepenuhnya dalam analisa.

Pada model axisimetri struktur berbentuk lingkaran dengan penampang radial melintang yang kurang lebih seragam dan kondisi pembebanan mengelilingi sumbu aksial, dimana deformasi dan kondisi tegangan diasumsikan sama disetiap arah radial. Koordinat x menyatakan radius dan koordinat y merupakan sumbu simetris dalam arah aksial.

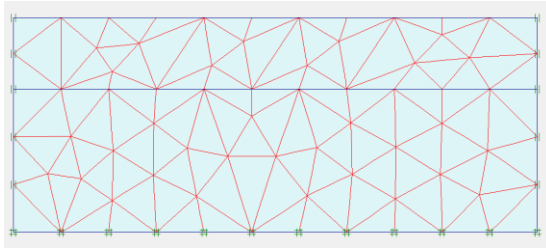
Dalam pemodelan geometri struktur geoteknik, dibentuk berdasarkan komponen-komponen yaitu Titik, Garis, dan Cluster. Titik merupakan titik awal dan akhir dari sebuah garis. Garis digunakan untuk mendefinisikan batasan-batasan geometri dari struktur geoteknik yang dimodelkan, sedangkan Cluster

merupakan suatu daerah tertutup yang terbuat dari beberapa garis yang saling berhubungan dan membentuk satu bidang.



Gambar 2.4 Titik,garis,cluster dalam Plaxis

Setelah pembuatan geometri, pemodelan elemen hingga dapat dianalisa, berdasarkan komposisi cluster dan garis pada pemodelan geometri. Komponen-komponen yang terdapat pada bentuk elemen hingga adalah elemen, nodal, dan titik tegangan. Pada pembuatan bentuk geometri, cluster dibagi menjadi elemen-elemen segitiga. Elemen segitiga tersebut ada dua macam, yaitu 15 nodal elemen dan 6 nodal elemen. 15 nodal elemen memiliki 15 nodal di dalam sebuah elemen segitiganya dan 6 nodal elemen hanya memiliki 6 nodal. Perhitungan menggunakan 15 nodal elemen akan lebih teliti dibandingkan 6 nodal elemen, karena semakin banyak nodal yang dianalisa dalam perhitungan. Namun perhitungan dengan menggunakan 15 nodal akan memakan waktu analisa yang lebih lama, karena proses perhitungan semakin banyak untuk setiap nodal di dalam elemen. Tegangan dan regangan yang terjadi pada suatu bentuk diperhitungkan secara individual dengan menggunakan *Gaussian intergration points* (titik tegangan) bukan pada titik nodal. Pada 15 nodal terdapat 12 titik tegangan dan pada 6 nodal elemen terdapat 3 titik tegangan.



Gambar 2.5 Pembagian Elemen-Elemen Segitiga pada Cluster



Gambar 2.6 Titik Nodal pada Elemen



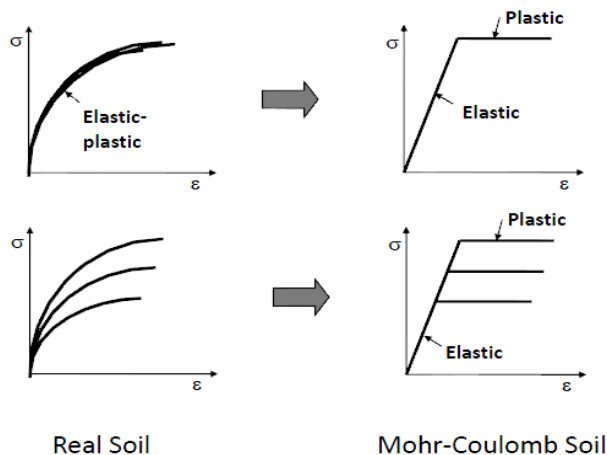
Gambar 2.7 Titik Tegangan pada Elemen

(Plaxis b.v2. 2002)

Perilaku mekanis dari tanah dapat dimodelkan menggunakan berbagai macam jenis mode. Pemodelan hubungan tegangan-tengangan yang paling sederhana adalah pemodelan hukum linier Hooke, elastisitas isotropik, yang hanya memerlukan dua input yaitu modulus Young (E), dan poisson rasio (ν). Dengan pemodelan linier hasil yang didapatkan terlalu besar untuk dipakai dalam pemodelan. Oleh sebab itu terdapat berbagai macam

pemodelan sifat mekanis material dalam program Plaxis, yaitu Mohr Coulomb Model, Jointed Rock Model, Hardening Soil Model, Soft Soil Creep Model dan Soft Soil model.

Pada pemodelan material Mohr Coulomb model terdapat 5 parameter yang perlu dimasukkan yaitu Modulus Elastisitas (E) dan *Poisson Ratio* ν untuk elastisitas tanah, sudut geser (ϕ) dan kohesi (c) untuk plastisitas tanah, dan ψ untuk dilatansi tanah. Pemodelan Mohr Coulomb menggunakan pendekatan yang mendekati perilaku mekanis pada tanah.



Gambar 2.8 Pemodelan Mohr-Coulomb

Pada pemodelan *Mohr Coulomb* setiap lapisan diperkirakan memiliki kekakuan rata-rata yang konstan, akibat kekakuan yang konstan perhitungan dalam program akan lebih cepat dan dapat menghasilkan perkiraan deformasi dari perhitungan tersebut. Untuk model lainnya tidak dibahas dalam penelitian ini karena tidak digunakan dalam analisa.

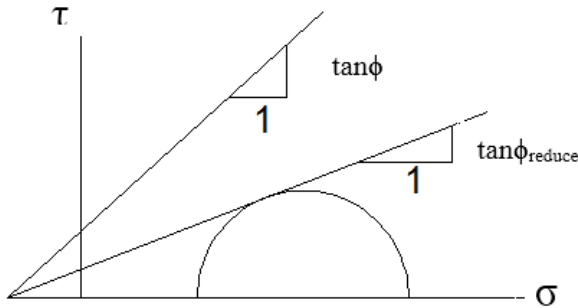
Salah satu perencanaan geoteknik tersebut adalah menganalisa stabilitas lereng. Pada Plaxis analisa stabilitas lereng menggunakan metode *Shear Strenght Reduction-Finite Element*

Method yaitu perhitungan faktor keamanan dengan mereduksi parameter-parameter yang mempengaruhi kuat geser tanah yaitu nilai kohesi dan sudut geser tanah. Sehingga faktor keamanan stabilitas lereng berdasarkan metode ini menjadi

$$FS = \frac{c_{input}}{c_{reduction}} \quad (2.7)$$

dan

$$FS = \frac{\tan\phi_{input}}{\tan\phi_{reduction}}$$



Gambar 2.9 Shear Strenght Reduction

Dalam metode ini, parameter kekuatan geser tanah yang didapat dari hasil perhitungan dengan parameter tanah asli seperti pada gambar (2.12) akan direduksi secara otomatis hingga garis keruntuhan bersinggungan dengan beban yang ada sehingga kelongsoran terjadi. Dalam program Plaxis metode ini disebut “*Phi-c reduction*”.

2.6 Gaya – Gaya yang Bekerja

Sebelum melakukan control terhadap struktur pelimpah , terlebih dahulu perlu dianalisa gaya – gaya yang bekerja pada pelimpah. Gaya – gayang yang bekerja pada bangunan pelimpah antara lain :

2.6.1 Gaya akibat berat sendiri

Untuk mengetahui gaya akibat berat pelimpah itu sendiri dipakai persamaan :

$$G = \gamma_m \times A$$

Dimana :

G : Gaya akibat berat sendiri (ton/m)

γ_m : Berat Volume material (ton/m³)

A : Luas Penampang (m²)

2.6.2 Gaya Akibat adanya tekanan air

Untuk mengetahui gaya akibat adanya tekanan air dipakai persamaan :

$$P = \gamma_w \times h$$

Dimana :

P : Tekanan hidrostatik (ton/m²)

γ_w : Berat Volume air (ton/m³)

h : Tinggi air (m)

2.6.3 Gaya akibat adanya tekanan tanah

Untuk mengetahui gaya akibat tekanan tanah dipakai persamaan :

$$P = \gamma_{\text{tanah}} \times h \times K$$

Dimana :

P : Tekanan tanah (ton/m)

γ_w : Berat Volume tanah (ton/m³)

h : Tinggi tanah (m)

K_a : Tanah aktif

K_p : Tanah pasif

θ : Sudut geser dalam tanah

2.6.4 Gaya akibat adanya tekanan ke atas (*up lift*)

Untuk mengetahui gaya akibat tekanan up lift dipakai persamaan :

$$U = \gamma_w \times A$$

Dimana :

U : Tekanan up lift (ton/m)

γ_m : Berat volume air (ton/m^3)

A : Luas diagram tekanan ke atas (m^2)

Sedangkan untuk mengetahui tekanan air pada titik yang ditinjau dipakai persamaan :

$$Ux = Hx - \left(\frac{Lx}{L} x \Delta H \right)$$

Dimana :

U_x : Tekanan air pada titik yang ditinjau (ton/m^2)

H_x : Tinggi air di hulu bendungan ditinjau dari titik x (m)

L_x : Jarak jalur rembesan pada titik x (m)

L : Panjang total jalur rembesan (m)

ΔH : Beda tinggi energi (m)

2.7 Kontrol Stabilitas

Merupakan perhitungan konstruksi untuk menentukan ukuran (dimensi) *Spillway* agar mampu menahan muatan – muatan dan gaya – gaya yang bekerja pada bangunan, dalam keadaan apapun. Suatu *Spillway* dengan material beton berdasarkan berat sendiri harus memenuhi 4 syarat yang penting yaitu :

2.7.1 Tidak mengalami penggulingan (*over turning*)

Untuk mengetahui pada bangunan pelimpah tersebut terjadi penggulingan atau tidak, dipakai persamaan :

$$\frac{\sum MP}{\sum MG} \geq SF$$

Dimana :

$\sum MP$: Momen tahanan (ton.m)

$\sum MG$: Momen guling (ton.m)

SF : Angka keamanan (diambil 1,0-1,5)

2.7.2 Erosi Bawah Tanah (*Piping*)

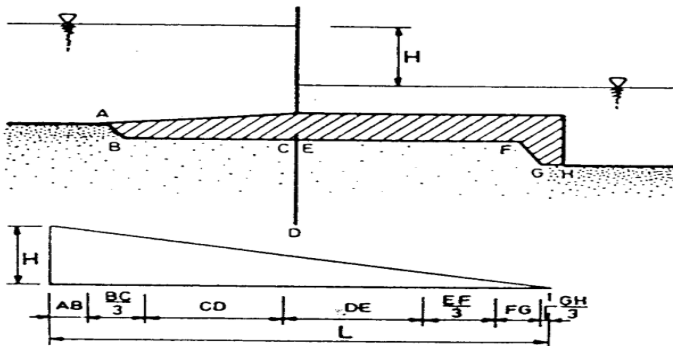
Bangunan utama seperti bendung harus dicek stabilitasnya terhadap erosi bawah tanah dan bahan runtuh akibat naiknya dasar galian (*heave*) atau rekahnya pangkal hilir bangunan. Bahaya terjadinya erosi bawah tanah dapat dicek dengan beberapa metode

empiris, seperti metode Bligh, metode Lane, dan metode Koshia. Metode Lane yang juga disebut metode angka rembesan Lane adalah metode yang dianjurkan untuk mengecek bangunan-bangunan utama untuk mengetahui adanya erosi bawah tanah. Metode ini memberikan hasil yang aman dan mudah dipakai, untuk bangunan-bangunan yang relatif kecil, metode-metode lain mungkin dapat memberikan hasil-hasil yang lebih baik, tetapi penggunaannya lebih sulit. Metode ini membandingkan panjang jalur rembesan di bawah bangunan di sepanjang bidang kontak bangunan/pondasi dengan beda tinggi muka air antara kedua sisi bangunan, disepanjang jalur perkolasi ini, kemiringan yang lebih curam dari 45 dianggap vertikal dan yang kurang dari 45 dianggap horisontal. Jalur vertikal dianggap memiliki daya tahan terhadap aliran 3 kali lebih kuat daripada jalur horisontal, (Hardiyatmo, 2010). Rumusnya adalah:

$$CL = \frac{\sum L_v + \frac{1}{3} \sum L_h}{H}$$

Dimana :

- C_L = Angka Rembesan Lane (Lihat Tabel 3.7)
 $\sum L_v$ = Jumlah panjang vertikal, m
 $\sum L_h$ = Jumlah panjang horisontal, m
 H = Beda tinggi muka air, m



Gambar 2.10 Ilustrasi perhitungan piping

Harga-harga minimum angka rembesan Lane (CL)

Pasir sangat halus atau lanau	8,5
Pasir halus	7,0
Pasir sedang	6,0
Pasir kasar	5,0
Kerikil halus	4,0
Kerikil sedang	3,5
Kerikil kasar termasuk berangkal	3,0
Bongkah dengan sedikit berangkal dan kerikil	2,5
Lempung lunak	3,0
Lempung sedang	2,0
Lempung kasar	1,8
Lempung sangat kasar	1,6

2.7.3 Kapasitas Dukung Tanah

Analisis kapasitas dukung (*bearing capacity*) mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak di atasnya. Kapasitas dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang-bidang gesernya (Hardiyatmo,2010). Menghitung kapasitas dukung pondasi dihitung dengan rumus Terzaghi berikut:

$$q_u = C \times N_c + \gamma_t \times D \times N_q + 0,5 \times \gamma_1 \times B \times N_\gamma$$

dengan:

- q_u = kapasitas dukung persatuan luas (t/m
- C = kohesi tanah dibawah dasar pondasi,
- Γ_t = berat jenis tanah (t/m
- D = kedalaman pondasi (m),
- B = lebar pondasi (m),

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung terzaghi yang nilainya didasarkan pada sudut geser dalam (ϕ) dari tanah di bawah dasar pondasi. (untuk nilai N_c, N_q, N_γ dapat dilihat pada **Tabel 2.4**).

Tabel 2.4 korelasi N_c, N_q dan N_γ

ϕ°	N_c	N_γ	N_q
0	5,14	0	1,00
5	6,50	0,10	1,60
10	8,40	0,50	2,50
15	11,00	1,40	4,00
20	14,80	3,50	6,40
25	20,70	8,10	10,70
30	30,00	18,10	18,40
35	46,00	41,10	33,30
40	75,30	100,00	64,20
45	134,00	254,00	135,00

2.7.3.1 Perumusan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Secara umum perumusan kapasitas daya dukung tiang pancang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p \quad [2.75]$$

di mana:

Q_{ult} = Daya dukung *ultimate* pondasi tiang pancang

Q_s = Gesekan sepanjang keliling tiang pancang (*friction*).

Q_p = Daya dukung ujung tiang pancang (*end bearing capacity*)

Adapun metode yang dipakai untuk mendapatkan harga Q_{ult} dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah berdasarkan data SPT (*Standard Penetration Test*) di lapangan.

2.7.3.2 Perencanaan daya dukung tiang pancang berdasarkan SPT lapangan

Data SPT dari lapangan tidak dapat langsung digunakan untuk perencanaan daya dukung tiap tiang pancang dan harus dilakukan beberapa koreksi terhadap data tersebut. Koreksi-koreksi yang harus diperhitungkan adalah sebagai berikut:

1. Koreksi terhadap muka air tanah

- Untuk tanah pasir halus, pasir belana, dan pasir berlempung yang berada di bawah muka air tanah dengan harga $N > 15$, maka

harga N dikoreksi dengan menggunakan persamaan berikut dan diambil harga yang terkecil:

a. $N_1 = 15 + \frac{1}{2} (N-15)$ (Terzaghi & Peck, 1960) [2.76]

b. $N_1 = 0,6 N$ (Bazaraa, 1967) [2.77]

- Untuk jenis tanah lempung, lanau, pasir kasar dengan harga $N \leq 15$ tidak perlu dilakukan koreksi sehingga $N_1 = N$.

Catatan: Untuk jenis tanah di luar pasir tersebut di atas, koreksi ini tidak diperlukan.

2. Koreksi terhadap *overburden pressure* dari tanah

Hasil dari koreksi terhadap muka air tanah (N_1) dikoreksi terhadap pengaruh tekanan vertikal efektif pada lapisan tanah, di mana harga N tersebut didapatkan (tekanan vertikal efektif = tekanan *overburden*).

Menurut Bazaraa (1967), koreksi terhadap tekanan *overburden* dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

- Bila $\sigma_o \leq 7,5 \text{ ton/m}^2$, maka:

$$N_2 = \frac{4xN_t}{1+0,4 x \sigma_o} \quad [2.78]$$

- Bila $\sigma_o > 7,5 \text{ ton/m}^2$, maka:

$$N_2 = \frac{4xN_t}{3,25+0,1 x \sigma_o} \quad [2.79]$$

di mana:

σ_o = tekanan tanah vertikal efektif pada lapisan tanah atau kedalaman yang ditinjau, dalam satuan ton/m^2 .

$$= \sum \gamma_i' x h_i$$

Harga N_2 yang didapat nilainya harus kurang dari atau sama dengan dua kali harga N_1 ($N_2 \leq 2N_1$).

Untuk menghitung *end-bearing capacity* dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$P_{ujung} = Cn_{ujung} \times A_{ujung} \text{ (ton)} \quad [2.80]$$

di mana:

$$Cn_{ujung} = 40 \times N, \text{ (ton/m}^2\text{)}$$

N = harga rata-rata N_2 dari 4.D di bawah ujung tiang pancang sampai dengan 8.D di atas ujung tiang pancang.

$$A_{ujung} = \text{luas ujung tiang pancang, (m}^2\text{)}$$

Untuk menghitung *friction* sepanjang tiang pancang dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\sum Ps_i = Cl_i \times AS_i \quad [2.81]$$

di mana:

$Cl_i = fs_i$ = hambatan geser selimut tang pada setiap lapisan atau kedalaman.

= $N_i / 2$ (ton/m²), untuk tanah lempung atau lanau.

= $N_i / 5$ (ton.m²), untuk tanah pasir.

AS_i = luas selimut tiang pada setiap lapisan i.

= $O_i \times h_i$

O_i = keliling tiang pancang.

Sehingga:

$$P_{ult \text{ 1 tiang}} = P_{ujung} + \sum RS_i$$

$$P_{ijin} = \frac{P_{ult \text{ 1 tiang}}}{SF} \quad [2.82]$$

Harga $SF = 2$ untuk beban sementara, dan $SF = 3$ untuk beban tetap.

2.7.3.3 Kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang

Jika daya dukung ultimate kelompok tiang pancang kategori end bearing piles, maka daya dukung kelompok tiang pancang dapat dianggap sebagai daya dukung sebuah tiang dikalikan dengan jumlah tiang pancang. Tetap jika termasuk kategori friction piles, maka terdapat faktor reduksi pada daya dukung tiang pancang.

Faktor reduksi tersebut dapat ditentukan dengan memilih nilai terbesar dari 3 persamaan rumus berikut :

1. Converse-Labarre (Poulos dan Davis, 1980), yaitu:

$$C = 1 - \arctg \frac{D}{S} \times \left[\frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{90 \times m \times n} \right] \quad [2.83]$$

2. Los Angeles Group, yaitu :

$$C = 1 - \frac{D}{\pi S} \times \left[\frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n + (m-1)(n-1)\sqrt{2}}{m \times n} \right] \quad [2.84]$$

3. Seilwe-Keeney, yaitu :

$$C = \left[1 - \frac{36 S}{(75 S^2 - 7)} \frac{(m+n-2)}{(m+n-1)} \right] + \frac{0.3}{(m+n)} \quad [2.85]$$

di mana:

C = faktor reduksi

D = diameter tiang pancang

S = jarak antara pusat tiang pancang

m = jumlah baris dalam kelompok tiang pancang

n = jumlah tiang pancang dalam satu baris

2.7.3.4 Ketahanan pondasi tiang pancang terhadap gaya lateral

Perumusan yang dipakai dalam perhitungan gaya lateral yang mampu diterima oleh pondasi tiang pancang dalam tugas akhir ini diambil dari NAVFAC DM-7 (1971). Menurut NAVFAC DM-7 tersebut, gaya lateral yang bekerja pada pondasi tiang pancang dibedakan atas 3 (tiga) kondisi, yaitu:

1. Tiang pancang yang poernya fleksibel atau tiang pancang yang terjepit ujungnya (Gambar 2.). Kondisi ini disebut sebagai kondisi I.
2. Tiang pancang dengan poer kaku menempel di atas permukaan tanah (Gambar 2.). Kondisi ini disebut sebagai kondisi II.
3. Tiang pancang dengan poer kaku terletak pada suatu ketinggian (Gambar 2.). Kondisi ini disebut sebagai kondisi III.

Prosedur perhitungan untuk masing-masing kondisi adalah sebagai berikut:

- **Kondisi I:**

1. Menghitung faktor kekakuan relative (*relative stiffness factor*).

$$T = \left(\frac{E \times I}{f} \right)^{\frac{1}{5}} \quad [2.86]$$

di mana:

E = modulus elastisitas tiang (cerucuk), Kg/cm²

I = momen inersia tiang (cerucuk), cm⁴

f = koefisien dari variasi modulus tanah, kg/cm³

T = dalam cm

2. Menghitung defleksi, momen dan gaya geser pada kedalaman yang ditinjau dari rumus yang terdapat pada Gambar 2.

- **Kondisi II:**

1. Sama dengan langkah 1 kondisi I.

2. Menentukan koefisien defleksi (F_δ) dan koefisien (F_M) berdasarkan Gambar 2.
3. Menghitung defleksi dan besarnya momen berdasarkan rumus yang terdapat pada Gambar 2.
4. Gaya geser maksimum dianggap terjadi pada ujung atas tiang pancang, yang besarnya untuk 1 tiang pancang adalah:

$$P = \frac{PT}{n} \quad [2.87]$$

di mana:

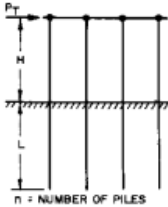
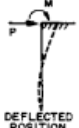
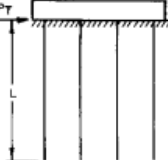

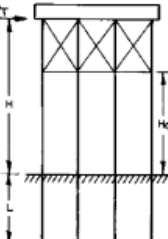

P = besar gaya geser 1 tiang pancang

PT = besar gaya geser total yang bekerja

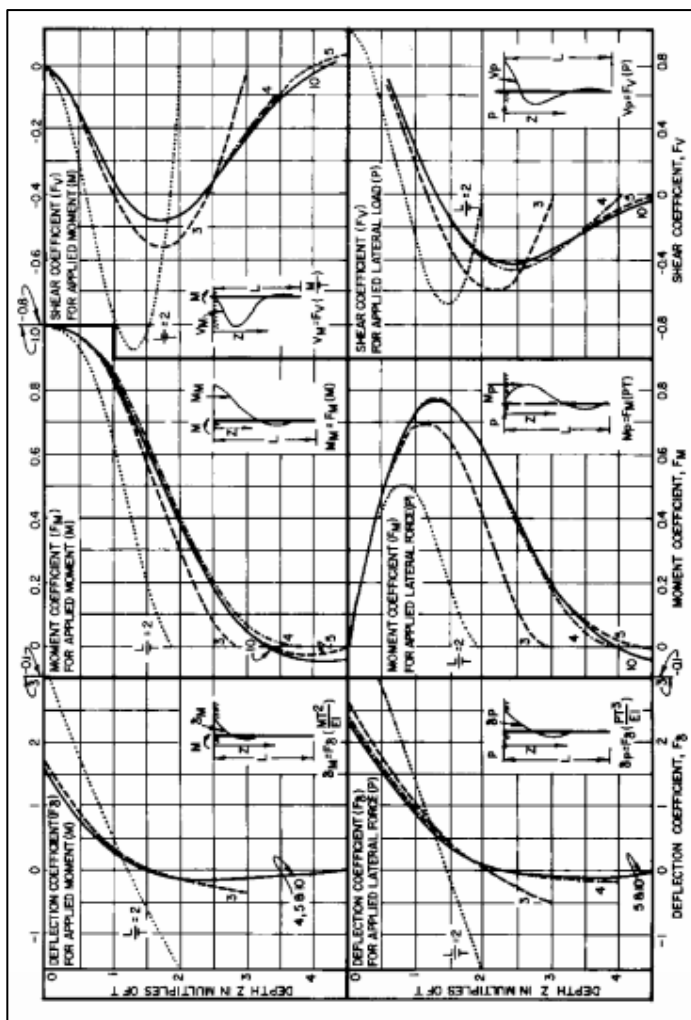
n = jumlah tiang pancang

- **Kondisi III:**

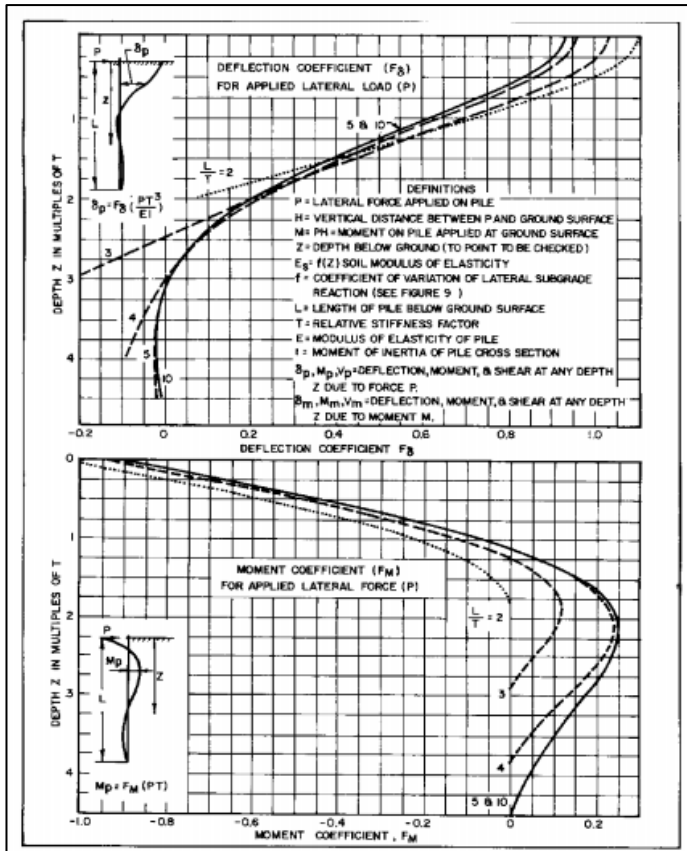
1. Menganggap pada titik A terjadi jepitan dan momen M_1 seperti pada Gambar 2.
2. Menghitung sudut θ_2 di atas tanah.
3. Menghitung sudut θ_1 dari koefisien sudut (F_θ) dari rumus yang terdapat pada Gambar 2.
4. Dengan persamaan $\theta_1 = \theta_2$, diperoleh nilai momen.
5. Setelah mendapatkan nilai M dan P_1 , menghitung besarnya defleksi, gaya geser dan momen seperti pada Kondisi I.

CASE I. FLEXIBLE CAP, ELEVATED POSITION		
CONDITION	LOAD AT GROUND LINE	DESIGN PROCEDURE
 <p>n = NUMBER OF PILES</p>	<p>FOR EACH PILE:</p> $P = \frac{P_T}{n}$ $M = PH$  <p>DEFLECTED POSITION</p>	<p>FOR DEFINITION OF PARAMETERS SEE FIGURE 12</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. COMPUTE RELATIVE STIFFNESS FACTOR. $\gamma = \left(\frac{EI}{L} \right)^{1/3}$ 2. SELECT CURVE FOR PROPER $\frac{L}{\gamma}$ IN FIGURE 11. 3. OBTAIN COEFFICIENTS F_B, F_M, F_V AT DEPTHS DESIRED. 4. COMPUTE DEFLECTION, MOMENT AND SHEAR AT DESIRED DEPTHS USING FORMULAS OF FIGURE 11. <p>NOTE: "t" VALUES FROM FIGURE 9 AND CONVERT TO LB/IN³.</p>
CASE II. PILES WITH RIGID CAP AT GROUND SURFACE		
		<ol style="list-style-type: none"> 1. PROCEED AS IN STEP 1, CASE I. 2. COMPUTE DEFLECTION AND MOMENT AT DESIRED DEPTHS USING COEFFICIENTS F_B, F_M AND FORMULAS OF FIGURE 12. 3. MAXIMUM SHEAR OCCURS AT TOP OF PILE AND EQUALS $P = \frac{P_T}{n}$ IN EACH PILE.
CASE III. RIGID CAP, ELEVATED POSITION		
	<p>DEFLECTED POSITION</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ASSUME A HINGE AT POINT A WITH A BALANCING MOMENT M APPLIED AT POINT A. 2. COMPUTE SLOPE θ_2 ABOVE GROUND AS A FUNCTION OF M FROM CHARACTERISTICS OF SUPERSTRUCTURE. 3. COMPUTE SLOPE θ_1 FROM SLOPE COEFFICIENTS OF FIGURE 13 AS FOLLOWS: $\theta_1 = F_B \left(\frac{P_T^2}{EI} \right) + F_\theta \left(\frac{MT}{EI} \right)$ 4. EQUATE $\theta_1 = \theta_2$ AND SOLVE FOR VALUE OF M. 5. KNOWING VALUES OF P AND M, SOLVE FOR DEFLECTION, SHEAR, AND MOMENT AS IN CASE I. <p>NOTE: IF GROUND SURFACE AT PILE LOCATION IS INCLINED, LOAD P TAKEN BY EACH PILE IS PROPORTIONAL TO L/H_0^3.</p>

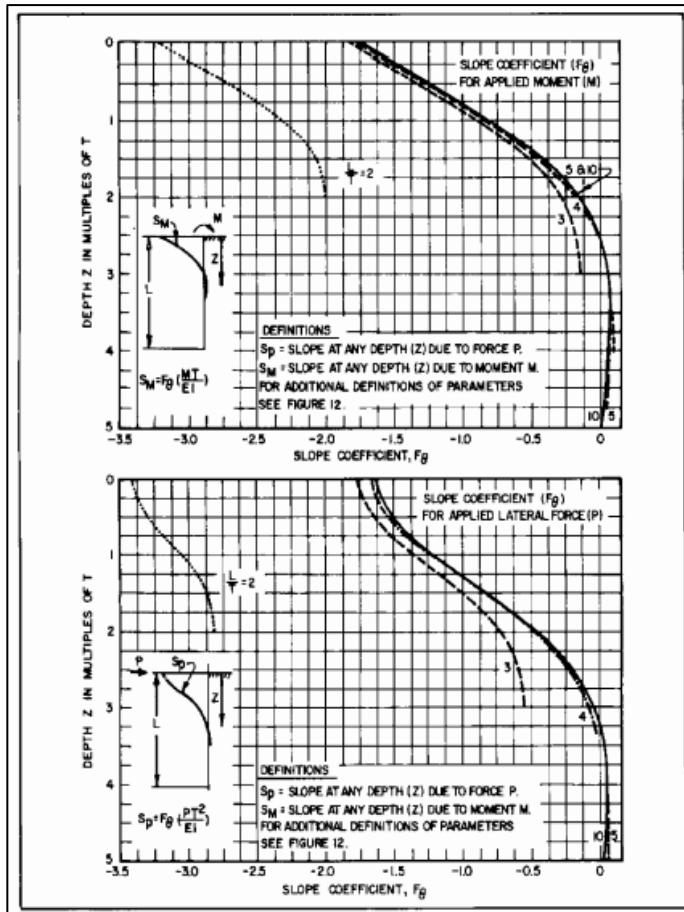
Gambar 2.11 Prosedur Desain untuk Masing-masing Kondisi
(Sumber : *Design Manual, NAVFAC DM-7, 1971*)



Gambar 2.12 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi I
(Sumber: NAVFAC DM-7, 1971)



Gambar 2.13 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi II
(Sumber: NAVFAC DM-7, 1971)



Gambar 2.14 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi III
 (Sumber: NAVFAC DM-7, 1971)

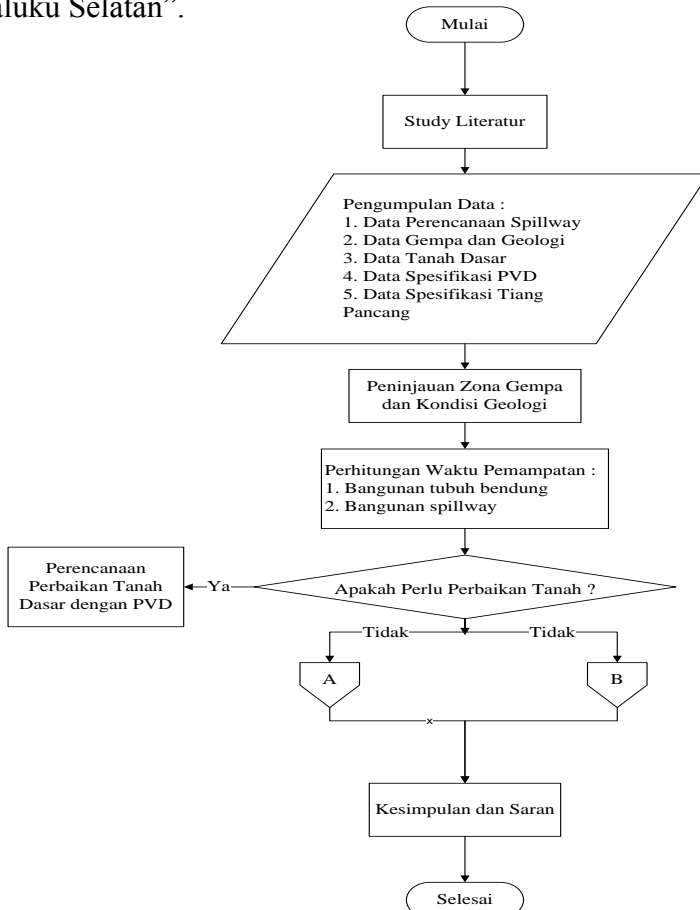
HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

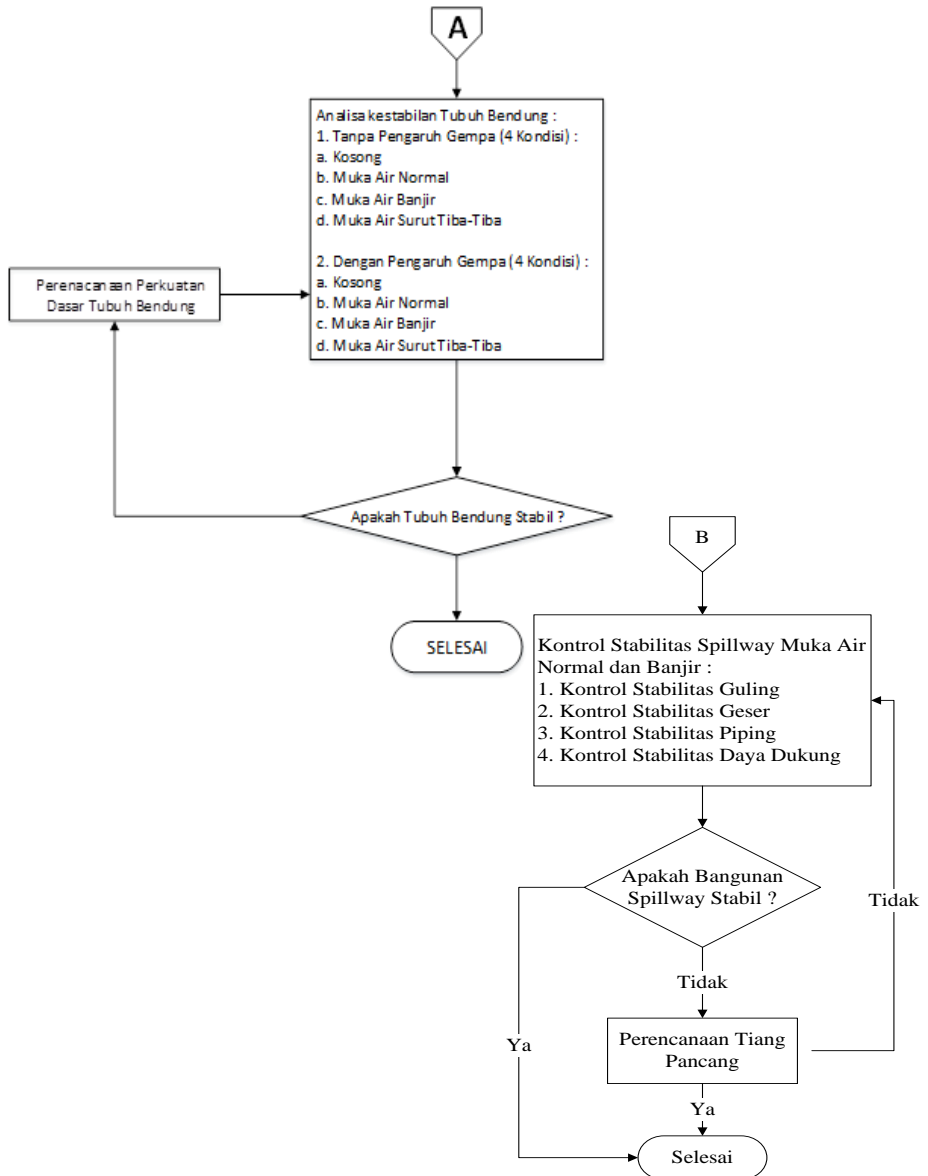
BAB III

METODOLOGI

3.1. Bagan Alir

Gambar 3.1 berikut ini adalah diagram alir dalam penulisan tugas akhir “Evaluasi Stabilitas Bendung dan Pondasi Spillway dengan Memperhatikan Adanya Zona Gempa pada Perencanaan Proyek Bendungan Way Apu di Maluku Selatan”.





Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir

3.2. Studi Literatur

Studi Literatur yang dimaksudkan adalah mengumpulkan materi-materi yang akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan. Adapun bahan studi yang nantinya digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut :

1. Referensi mengenai perhitungan stabilitas tubuh bendung.
2. Referensi tentang pengoperasian software 2D Plaxis dan Xstabl.
3. Perhitungan perencanaan sistem perkuatan dasar bendung.
4. Referensi mengenai perhitungan Stabilitas spillway.
5. Referensi Pengaruh gempa.
6. Ringkasan yang menunjang beserta rumus-rumus yang mendukung.

3.3. Pengumpulan dan Analisa Data

Data-data yang dipakai dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang didapat dari instansi terkait atau hasil survei dari pihak lain. Data tersebut meliputi:

1. *Layout* proyek
2. Data peta topografi
3. Data Geologi
4. Data pengujian tanah, meliputi:

- *Deep Boring (Drilling Log)*

Data *Drilling Log* meliputi penyelidikan yang dilakukan berupa pemboran teknik yang diambil sampel tidak terganggu (*undisturbed sample*) pada kedalaman 4 meter, 7 meter dan 10 meter dari setiap titik lokasi bor dan juga disertai dengan uji NSPT.

Pengujian untuk sampel tidak terganggu yang diambil dari lapangan bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dan fisik tanah yang menyelidikannya dilakukan di laboratorium tanah. Berikut adalah pengujian yang dilakukan dalam tugas akhir ini :

Uji sifat-sifat indeks tanah (Index Properties Test)

- Berat Isi (Unit Weight)
- Kadar Air (Water/Moisture Content)
- Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)
- Atterberg Limit Test

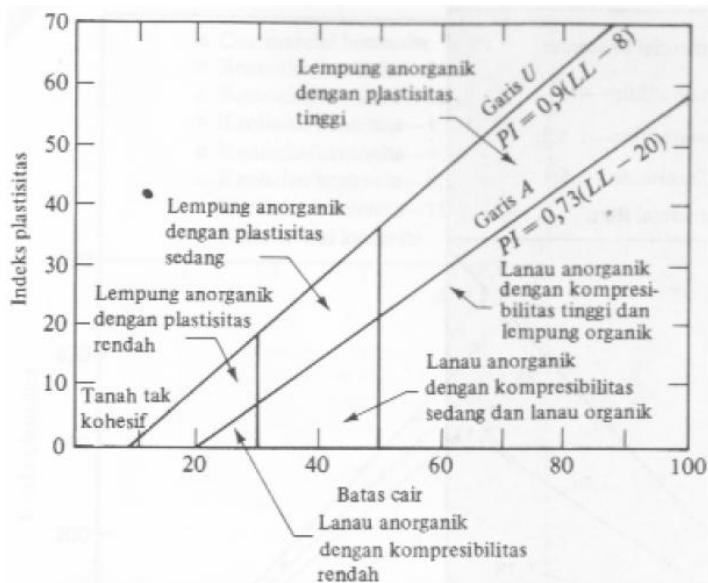
Uji Sifat-Sifat Mekanis Tanah

- Consolidation Test

Dalam Tugas akhir ini parameter-parameter seperti berat isi (*unit weight*), kadar air (*water/moisture content*), kohesif tanah undrain (*undrained shear strength*) akan digunakan untuk perhitungan gaya gaya dan stabilitas pada bangunan spillway.

- Tes Atterberg limit

Dalam Tes Atterberg limit akan didapatkan nilai *Liquid Limit* (LL) dan *Plastic Limit* (PL) dari setiap titik lokasi (*bore hole*) dan juga didapatkan nilai *Plasticity Index* (PI) dari perbedaan antara *Liquid Limit* (LL) dan *Plastic Limit* (PL). Nilai tersebut nantinya akan diplotkan pada bagan plastisitas (grafik casagrande) pada gambar 3.2 yang akan memberikan informasi mengenai sifat dan mengidentifikasi jenis tanah.



Gambar 3.2 Bagan plastisitas

- Tes Konsolidasi

Tes konsolidasi bertujuan untuk mendapatkan koefisien indeks pemampatan dan pengembangan (C_c , C_s), koefisien konsolidasi (C_v), angka pori (e) serta tekanan prakonsolidasi (p_c).

3.4 Tinjauan Zona Gempa

Tinjauan kondisi dan klasifikasi zona gempa pada daerah lokasi proyek bendungan Way Apu, untuk mengetahui sejauh mana pengaruh zona gempa terhadap bangunan spillway.

3.5 Menghitung Waktu Pemampatan Tanah

Dengan data sekunder dari analisa tanah pada lapangan serta perhitungan, diperoleh besar dan waktu pemampatan dari tanah dasar yang terjadi.

3.6 Merencanakan Perbaikan Tanah Dasar

Apabila pemampatan yang terjadi cukup besar dan waktu yang dibutuhkan untuk memampat cukup lama, maka dibutuhkan perencanaan perbaikan tanah dasar. Perencanaan perbaikan tanah dasar yang digunakan adalah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Namun apabila pemampatan yang terjadi relatif kecil dan waktu yang dibutuhkan untuk memampat tidak lama, maka langkah ini dapat diabaikan.

3.7 Analisa Stabilitas Tanah dan Perhitungan

Menganalisa stabilitas lereng menggunakan software bantu, dan apabila *safety factor* kurang dari yang direncanakan maka akan dilakukan perkuatan pada tubuh bendungan.

3.8 Analisa Stabilitas Spillway

Analisa stabilitas bangunan spillway terhadap guling, gempa, geser, dan daya dukung tanah dengan memperhatikan pengaruh gempa, untuk mengetahui bangunan spillway telah stabil atau tidak.

3.9 Perencanaan Perkuatan Tanah dasar

Jika analisa stabilitas tidak memenuhi, maka dilakukan perencanaan perkuatan tiang pancang untuk kemudian di analisa kembali hingga bangunan spillway stabil.

BAB IV

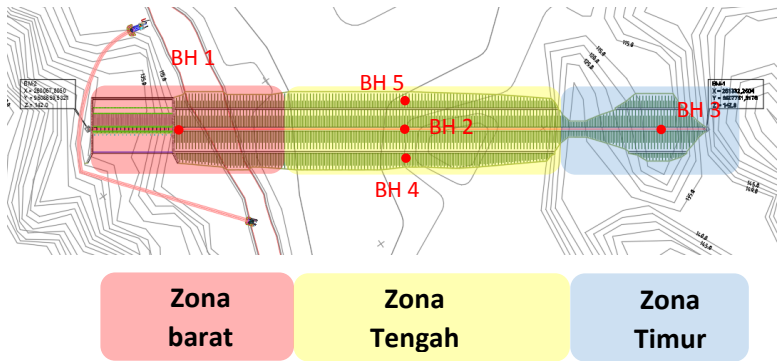
DATA DAN ANALISA

4.1 Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data SPT dan data laboratorium hasil penyelidikan tanah Proyek DED Bendungan Way Apu, Pulau Buru, Kabupaten Buru Maluku yang dilakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 16 s/d 20 September 2014. Data SPT yang tersedia berjumlah lima data pengeboran yang berada disepanjang perencanaan tubuh bendung yaitu BM-01, BM-02, BM-03, BM-04 dan BM-05 (Gambar 4.1).

Dalam tugas akhir ini dianalisa terkait stabilitas tubuh bendung dan pondasi spillway. Berdasar data dari laboratorium didapatkan bahwa tanah didasar bendungan berjenis lempung dengan kedalaman berkisar 10-15 meter sehingga diperlukan perhitungan konsolidasi. Dari kelima data tanah tersebut akan dibedakan menjadi 3 daerah area konsolidasi yaitu zona barat, zona tengah dan zona timur, hal ini dikarenakan perbedaan jarak yang cukup jauh antara titik bor dan jenis lapisan tanah yang berbeda diantara ketiga jenis tanah tersebut. Khusus daerah tengah data dianalisa dengan membandingkan jenis tanah dan analisa SPT untuk mendapatkan kedalaman tanah mampu mampat ($N_{SPT} \leq 10$).

Hubungan N_{SPT} dengan kedalaman untuk menentukan tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi dapat dilihat pada Gambar 4.2. fungsi dari pembagian zona ini juga untuk perhitungan masing masing wilayah tinjauan, untuk analisa permodelan tubuh bendung digunakan hasil analisa data pada zona tengah, sedangkan untuk perhitungan stabilitas spillway digunakan zona barat.

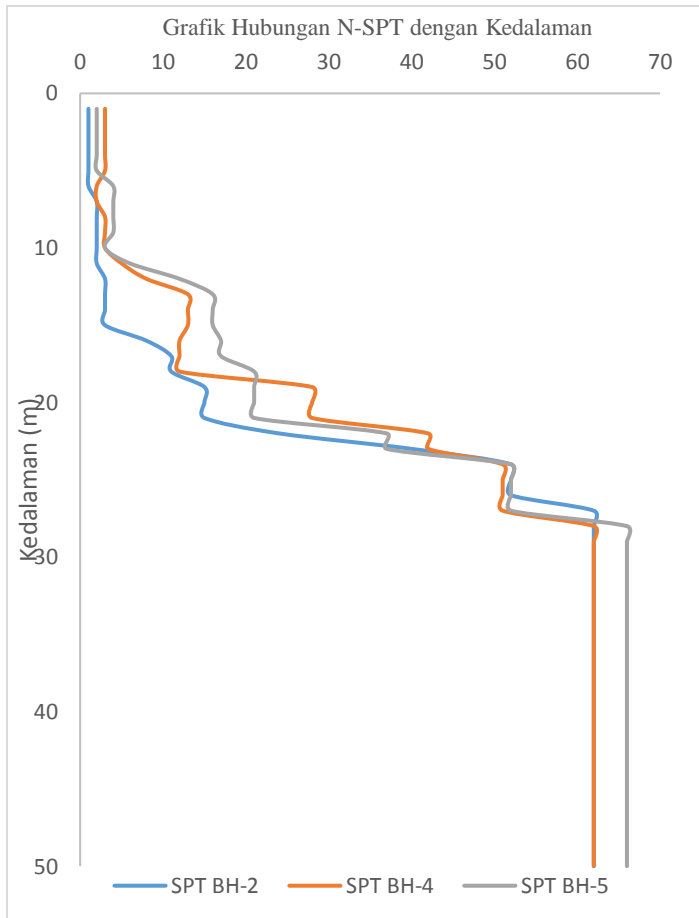


Gambar 4.1 *Layout* Lokasi Titik Bor dan Pembagian Wilayah
(Sumber: PT. ABCO CONSULTANT.)

4.2 Analisa Parameter Tanah

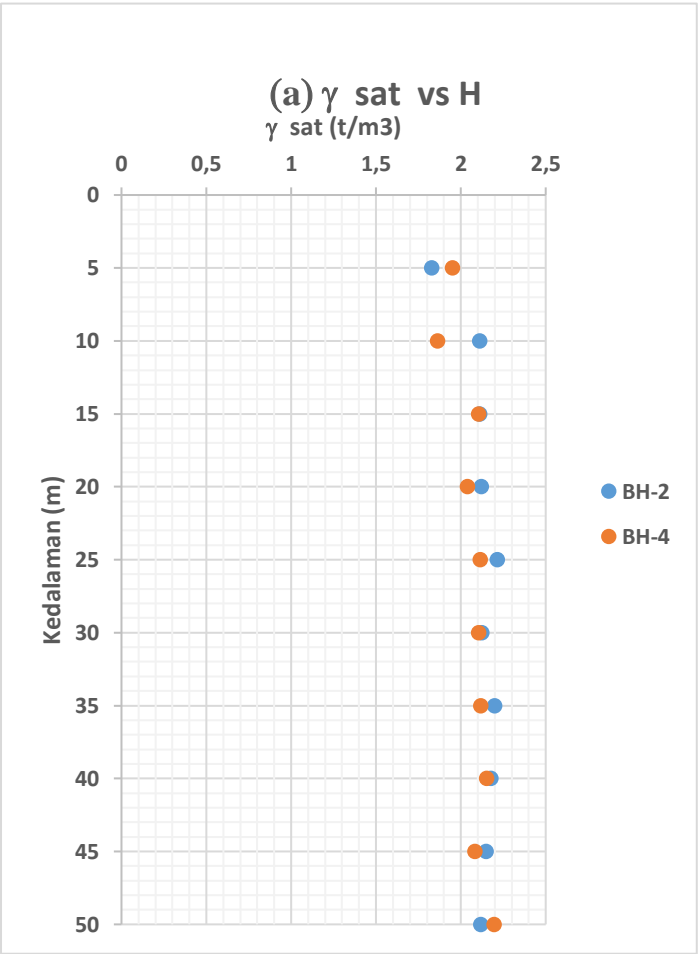
Dalam tugas akhir ini, penggunaan data tanah dalam analisa ditentukan berdasarkan area tinjauan lokasi analisa. Pada perhitungan analisa awal konsolidasi dibedakan menjadi 3 area perhitungan, yaitu zona barat menggunakan parameter tanah bor 1, zona tengah menggunakan parameter bor 2, 4 dan 5, zona timur menggunakan parameter bor 3. Untuk perhitungan stabilitas bendung digunakan parameter tanah pada bor 2, 4 dan 5. perhitungan stabilitas pondasi spillway digunakan parameter tanah pada bor 1. Data parameter tanah yang digunakan dalam perhitungan stabilitas bendung diperoleh dari hasil penyelidikan tanah di lokasi (BM 2, 4 dan 5). Selanjutnya nilai parameter tanah dibagi menjadi layer per kedalaman 5 m berdasarkan konsistensi tanah. Penentuan nilai parameter tanah dari data bor 2, 4 dan 5 menggunakan nilai *mean* dari *sample* yang digunakan pada masing masing parameter, sebab ketika digunakan statistik dengan metode selang kepercayaan jumlah *sample* terlalu sedikit dan kebanyakan menghasilkan nilai hasil yang berada diluar rentang *sample*. Sebelumnya ketiga data tersebut diplotkan grafik SPT yang ditunjukkan pada gambar 4.2 didapatkan bahwa kondisi tanah pada

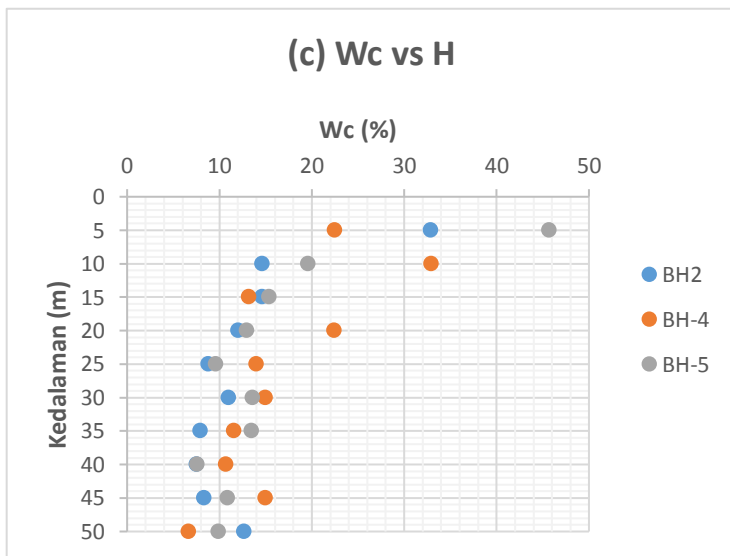
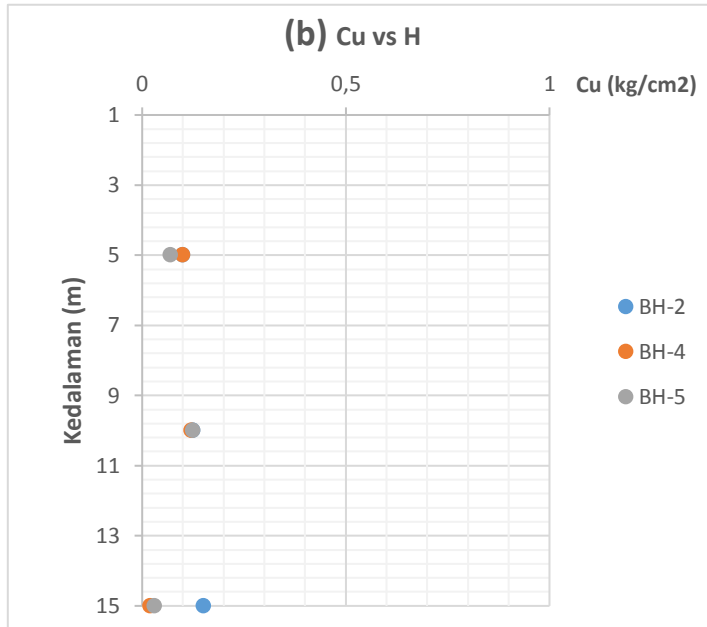
dasar bendungan Way Apu pada kedalaman 0-15 berupa lempung, kemudian dibawahnya sampai kedalaman 50 meter berupa pasir. Lapisan mampu mampat berada sampai pada tanah kedalaman 10 meter dengan N-SPT < 10 dan tanah keras N-SPT > 50 berada mulai kedalaman 25-50.

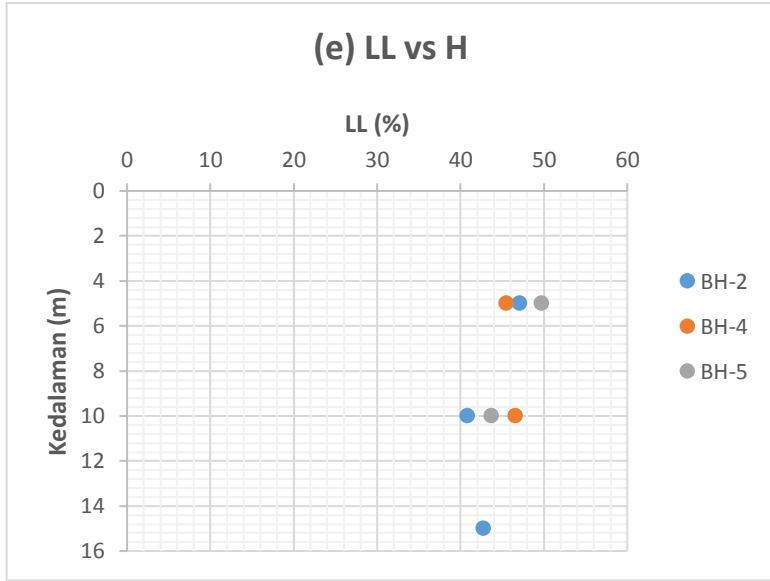
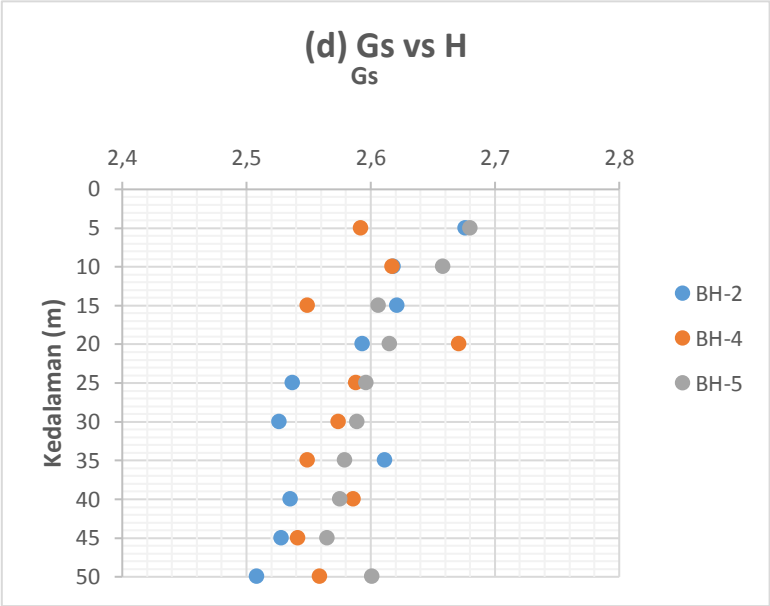


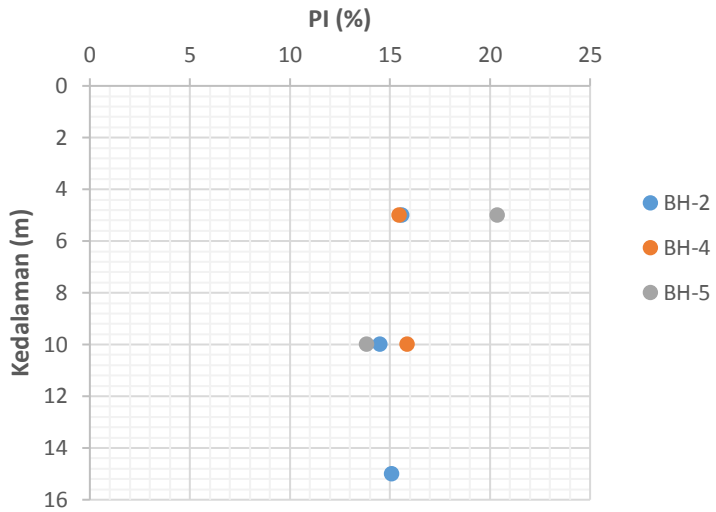
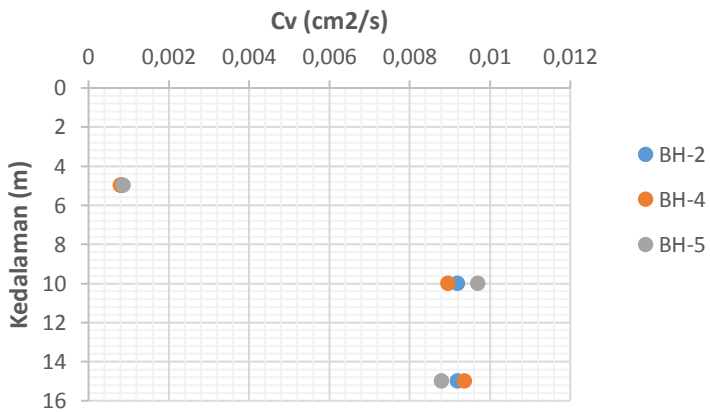
Gambar 4.2 Hubungan N-SPT dan Kedalaman
(Sumber: Hasil analisa)

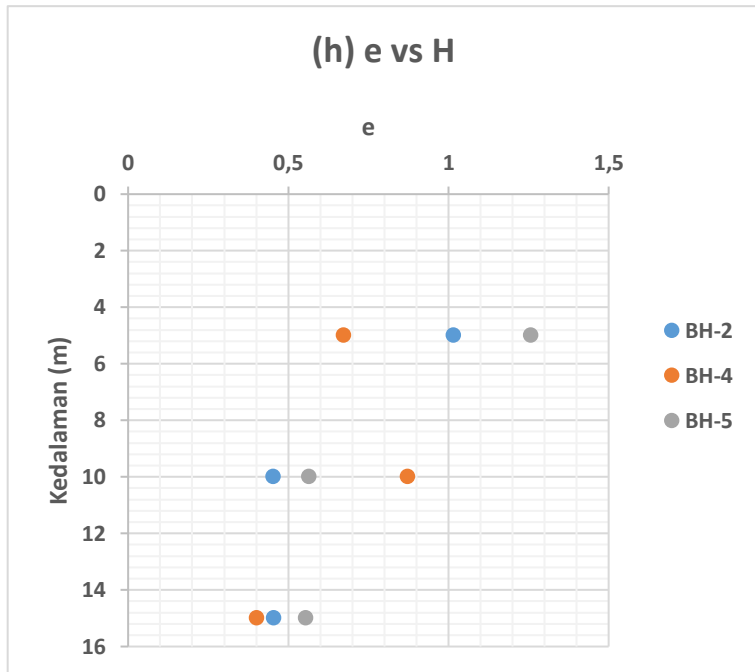
Sebaran data parameter tanah setiap kedalamannya dapat dilihat pada Gambar 4.3. Hasil statistika dapat dilihat pada Lampiran 1 dan hasil analisa parameter tanah dasar dapat dilihat pada Tabel.







(f) PI vs H**(g) Cv vs H**



Gambar 4.3 Grafik Parameter Tanah Menurut Kedalaman (a) Berat Jenis Tanah Jenuh, (b)Kuat Geser Tanah, (c) Kadar Air, (d) *Specific Gravity*, (e) *Liquid Limit*, (f) Indeks Plastisitas, (g)Koefisien Konsolidasi, (h) Angka Pori.
(Sumber: Hasil Analisa)

Seperti yang telah dijelaskan pada sub-bab analisa parameter tanah, untuk perhitungan konsolidasi digunakan hasil analisa data tanah pada BH-1 (zona barat), BH-2,4,5 (zona tengah) dan BH-3 (zona timur) sedalam lapisan tanah yang mampu memampat ($N-SPT < 10$)

Tabel 4.1 Parameter Tanah Dasar Zona Barat

Kealaman (m)	Deskripsi	N-SPT	Cu kg/cm2	γ sat t/m3	Wc %	Gs	LL %	PI %	Cv (cm2/s)	Cc	Cs	e
0-5	Clay,very soft	1	7,500	1,786	38,280	2,634	43,80	13,51	0,000857	0,284	0,061	1,079
5-10	Clay,very soft	2	10,500	1,919	26,620	2,617	45,30	16,27	0,009246	0,217	0,052	0,759

Tabel 4.2 Parameter Tanah Dasar Zona Tengah

Kealaman (m)	Deskripsi	N-SPT	Cu kg/cm2	γ sat t/m3	Wc %	Gs	LL %	PI %	Cv (cm2/s)	Cc	Cs	e
0-5	Clay,very soft	2	9,000	1,842	33,680	2,649	47,43	17,15	0,000823	0,280	0,064	0,983
5-10	Clay, soft	3	12,333	2,012	22,390	2,631	43,70	14,74	0,009282	0,184	0,045	0,631
10-15	Clay, medium	8	6,667	2,083	14,413	2,592	42,70	15,09	0,009119	0,155	0,040	0,471

Tabel 4.3 Parameter Tanah Dasar Zona Timur

Kealaman (m)	Deskripsi	N-SPT	Cu kg/cm2	γ sat t/m3	Wc %	Gs	LL %	PI %	Cv (cm2/s)	Cc	Cs	e
0-5	Clay,very soft	2	16,500	1,868	27,600	2,622	44,50	16,75	0,000837	0,235	0,054	0,869
5-10	Clay, Medium	5	13,500	2,103	17,030	2,607	40,30	13,85	0,009835	0,139	0,035	0,457

(Sumber: Hasil Analisa)

Pada tabel diatas nilai CC dan CS dididapatkan dengan menggunakan rumus kosasih dan Mochtar (1986)

$$Cc = (0,006 * LL) + (0,13 * e^2) - 0,13$$

$$Cs = (0,002 * LL) + (0,02 * e^2) - 0,05$$

Berikut adalah contoh perhitungan Cc dan Cs pada BH-3 kedalaman 0-5 m:

$$Cc = (0,006 * LL) + (0,13 * e^2) - 0,13$$

$$= (0,006 * 0,445) + (0,13 * 0,869^2) - 0,13$$

$$= 0,235$$

$$Cs = (0,002 * LL) + (0,02 * e^2) - 0,05$$

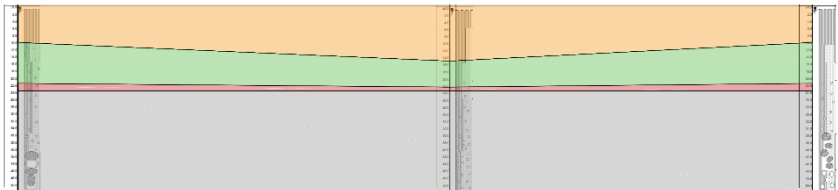
$$= (0,002 * 0,445) + (0,02 * 0,869^2) - 0,05$$

$$= 0,054$$

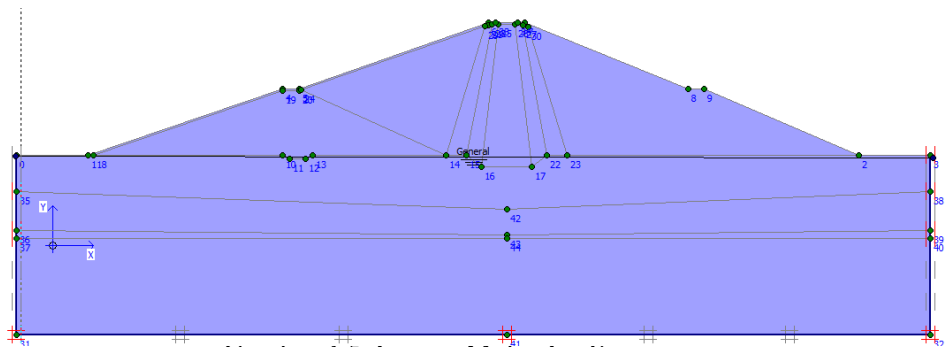
Pada analisa stabilitas tubuh bendung di Plaxis lapisan tanah dasar disederhanakan dari 10 lapis parameter tanah menjadi 4 lapis parameter berdasarkan jenis tanah dan interval SPT di ketiga sampel tanah, lapisan tanah untuk permodelan plaxis akan ditampilkan pada Gambar 4.4. Permodelan muka air kosong, normal dan banjir pada plaxis akan ditampilkan pada gambar 4.5, 4.6 dan 4.7

Tabel 4.4 Parameter Tanah pada Permodelan Plaxis

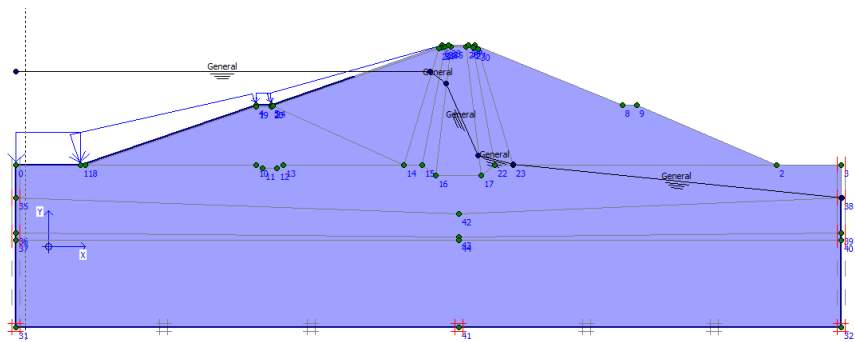
Kealaman (m)	Deskripsi	N-SPT	Cu	γ sat	γ	γ dry	Wc %	ν	E	ϕ
			kN/m ²	t/m ³	t/m ³	t/m ³			kN/m ²	
0-15	Clay, soft	3	9,333	1,979	1,879	1,603	23,494	0,250	3500	15
15-20	Sand, medium	15	1,333	2,089	1,989	1,804	15,800	0,100	50000	20
20-25	Sand, dense	39	0,000	2,167	2,067	1,956	10,780	0,100	100000	25
25-50	Sand, Very dense	63	0,000	2,146	2,046	1,987	8,022	0,100	200000	26



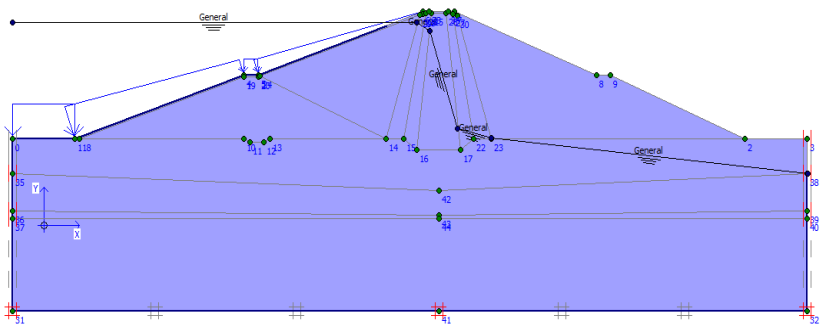
Gambar 4.4 Stratigrafi Lapisan Tanah Hasil Analisa



Gambar 4.5 Asumsi Muka Air Kosong



Gambar 4.6 Asumsi Muka Air Normal



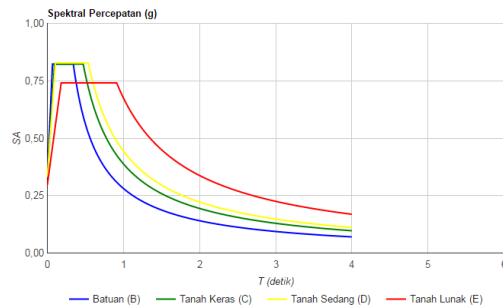
Gambar 4.7 Asumsi Muka Air Banjir

4.3 Analisa Parameter Gempa

Pada analisa tubuh bendung akan memperhatikan adanya zona gempa, sehingga diperlukan data parameter gempa yang spesifik di daerah Pulau Buru. Dalam tugas akhir ini parameter gempa menurut SNI 1726:2012 yang diambil langsung perhitungan desain spectra Indonesia dari dinas pekerjaan umum.

Diasumsikan bendungan Way Apu masuk dalam kelas situs SD (tanah sedang), sehingga didapat data sebagai berikut.

PGA (g)	0.518
SS (g)	1.234
S1 (g)	0.422
CRS	1.044
CR1	0.984
FPGA	1.000
FA	1.006
FV	1.578
PSA (g)	0.518
SMS (g)	1.242
SM1 (g)	0.666
SDS (g)	0.828
SD1 (g)	0.444
T0 (detik)	0.107
TS (detik)	0.536



Gambar 4.8 Nilai Spektral Percepatan Di Permukaan Dari Gempa Risk-Targeted Maximum Consider Earthquake Dengan Probabilitas Keruntuhan Bangunan 1% Dalam 50 Tahun

4.4 Data Geotextile

Geotextile digunakan pada alternatif timbunan oprit trapesium dan sebagai dinding penahan tanah timbunan arah memanjang jembatan. *Geotextile* direncanakan menggunakan spesifikasi Unggul-Tex UW 250 dengan tensile strength 52 KN/m produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.5 Data Grouting

Direncanakan sebagai *grouting* dasar bendung, *Grouting* direncanakan menggunakan *Sikagrout 215 Pumpable Non-Shrink Cementitious Grout* dengan q_u sebesar 70 Mpa. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

BAB V

EVALUASI PERENCANAAN BENDUNGAN WAY APU PULAU BURU

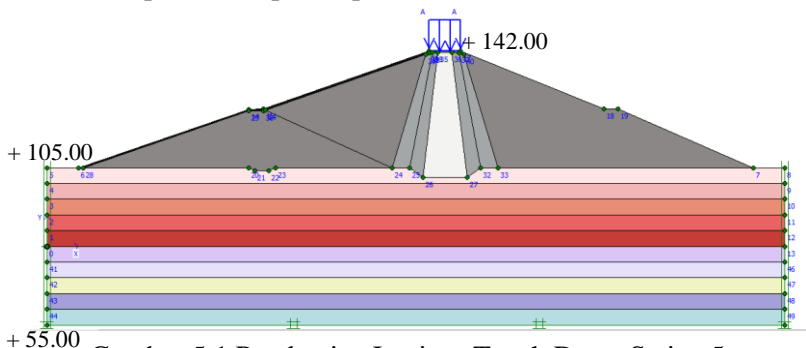
5.1 Perhitungan Besar Pemampatan (S_c) dan Tinggi Timbunan Awal ($H_{initial}$)

Suatu lapisan tanah dianggap mudah memampat apabila lapisan tanah tersebut berupa tanah lempung atau lanau dengan rentang konsistensi sangat lunak sampai dengan menengah (*very soft to medium stiff soil*).

Berdasarkan penjelasan pada bab analisa data, perhitungan besar pemampatan (S_c) dan tinggi timbunan awal ($H_{initial}$) akan dibedakan menjadi 3 daerah tinjauan. Pertama zona Barat, kemudian zona Tengah lalu zona Timur.

Pada zona tengah parameter lapisan tanah *medium stiff* dengan SPT = 10 yang ditunjukkan pada Bab IV dapat diketahui kedalamannya adalah 15 meter di bawah kaki tubuh bendung, sedangkan pada zona barat dan timur hanya sedalam 10 meter. Tetapi, perhitungan besar *settlement* ditinjau hanya sampai dengan kedalaman 15 meter (*compressible soil*). dikarenakan kedalaman dibawah 15 adalah tanah berpasir yang mengalami *immediate settlement*.

Tanah dasar dibagi dalam lapisan-lapisan dengan ketebalan $H=5$ m seperti ditampilkan pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Pembagian Lapisan Tanah Dasar Setiap 5m

Untuk mendapatkan nilai H_{inisial} dilakukan perhitungan pemampatan konsolidasi akibat variasi pemberian beban timbunan (q), beban merata *pavement* jalan, dan beban *traffic*. Variasi beban timbunan yang diberikan yaitu:

$$h \text{ timbunan} = 30 \text{ m} \rightarrow q = H_{\text{timb}} \times \gamma_{\text{timb}} = 30 \times 1,8 = 54 \text{ t/m}$$

$$h \text{ timbunan} = 33 \text{ m} \rightarrow q = H_{\text{timb}} \times \gamma_{\text{timb}} = 33 \times 1,8 = 59,4 \text{ t/m}^2$$

$$h \text{ timbunan} = 36 \text{ m} \rightarrow q = H_{\text{timb}} \times \gamma_{\text{timb}} = 36 \times 1,8 = 64,8 \text{ t/m}^2$$

$$h \text{ timbunan} = 39 \text{ m} \rightarrow q = H_{\text{timb}} \times \gamma_{\text{timb}} = 39 \times 1,8 = 70,2 \text{ t/m}^2$$

$$h \text{ timbunan} = 42 \text{ m} \rightarrow q = H_{\text{timb}} \times \gamma_{\text{timb}} = 42 \times 1,8 = 75,6 \text{ t/m}^2$$

Beban-beban tersebut didistribusikan ke kedalaman tanah yang ditinjau (z) sebagai beban merata trapesium. Sedangkan untuk beban merata *pavement* jalan direncanakan tebal *pavement* 0.45 m dengan berat jenis aspal 2.2 t/m³, sehingga didapatkan q sebesar 0.99 t/m². Beban *pavement* tersebut akan disitribusikan sebagai beban merata persegi pada kedalaman (z). Untuk beban *traffic* menggunakan asumsi bahwa q *traffic* berkorelasi dengan tinggi timbunan yang direncanakan (Japan Road Association, 1986)

Sebagai contoh dihitung tegangan *overburden* efektif (σ'_o) dan distribusi tegangan akibat q total ($\Delta\sigma'$) pada zona tengah dengan variasi h timbunan 30 m. Berikut adalah contoh perhitungan tegangan *overburden* efektif (σ'_o) akibat timbunan:

Pada lapisan 1:

$$H = 1 \text{ m}$$

$$Z = 0.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} (\sigma'_o) &= \gamma' \times Z \\ &= (0,842 \text{ t/m}^3) \times 0,5 \text{ m} \\ &= 0.421 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan σ'_o seluruhnya ditampilkan pada Lampiran 2.

Besar tegangan akibat beban timbunan ($\Delta\sigma'$) ditentukan dengan Persamaan 2.11. Berikut adalah contoh perhitungan tegangan akibat beban timbunan ($\Delta\sigma'$) dengan $q = 54 \text{ t/m}^2$:

Pada lapisan 1:

$$\begin{aligned}
Z &= 0,5 \text{ m} \\
B1 &= \frac{\text{lebar atas timbunan}}{2} \\
&= \frac{10 \text{ m}}{2} \\
&= 5 \text{ m} \\
B2 &= \text{kemiringan slope} \times H \text{ total} \\
&= 2,5 \times 30 \text{ m} \\
&= 75 \text{ m} \\
\alpha1 &= \tan^{-1} \left(\frac{B1+B2}{Z} \right) - \tan^{-1} x \left(\frac{B1}{Z} \right) \text{ (radian)} \\
&= \tan^{-1} \left(\frac{5+75}{0,5} \right) - \tan^{-1} x \left(\frac{5}{0,5} \right) \text{ (radian)} \\
&= 5,352^\circ \\
\alpha2 &= \tan^{-1} x \left(\frac{B1}{Z} \right) \text{ (radian)} \\
&= \tan^{-1} x \left(\frac{5}{0,5} \right) \text{ (radian)} \\
&= 84,289^\circ \\
q_0 &= 54 \text{ t/m}^2 \\
\Delta\sigma' &= \frac{q_0}{\pi} x \left[\left(\frac{B1+B2}{B2} \right) x (\alpha1 + \alpha2) - \left(\frac{B1}{B2} x \alpha2 \right) \right] \\
&= \frac{54}{\pi} x \left[\left(\frac{5+75}{75} \right) x (5,352 + 84,289) - \left(\frac{5}{75} x 84,289 \right) \right] \\
&= 27 \text{ t/m}^2 \\
2\Delta\sigma' &= 2 \times 27 \text{ t/m}^2 \\
&= 54 \text{ t/m}^2
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan $\Delta\sigma'$ untuk seluruh lapisan ditampilkan pada Lampiran 2.

Kemudian dilakukan perhitungan *settlement* yang terjadi akibat setiap q yang ditentukan. Perumusan yang digunakan adalah Persamaan 2.8 atau Persamaan 2.9. Berikut adalah contoh perhitungan *settlement* tanah dasar akibat beban timbunan sebesar $q = 54 \text{ t/m}^2$:

Pada lapisan 1:

$$\begin{aligned}
H_i &= 1 \text{ m} \\
C_c &= 0,280 \\
C_s &= 0,064 \\
e_0 &= 0,983
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma'_o &= 0,421 \text{ t/m}^2 \\ \Delta\sigma' &= 54 \text{ t/m}^2 \\ \sigma'_o + \Delta\sigma' &= 0,421 \text{ t/m}^2 + 54 \text{ t/m}^2 \\ &= 54,420 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{P fluktuasi} &= 5 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_c' &= \sigma'_o + \text{P fluktuasi} \\ &= 0,421 \text{ t/m}^2 + 5 \text{ t/m}^2 \\ &= 5,421 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{OCR} &= \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} \\ &= \frac{5,421 \text{ t/m}^2}{0,421 \text{ t/m}^2} \\ &= 12,876 > 1 \rightarrow \text{OC}\end{aligned}$$

$\sigma'_o + \Delta\sigma' > \sigma_c' \rightarrow$ menggunakan Persamaan 2.9. Sehingga:

$$\begin{aligned}\text{Sc} &= \frac{C_s.H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{vo}} + \frac{C_c.H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma'_c} \\ \text{Sc} &= \frac{0,064 \times 1}{1+0,983} \cdot \log \frac{5,421 \text{ t/m}^2}{0,421 \text{ t/m}^2} + \frac{0,280 \times 1}{1+0,983} \cdot \log \frac{54 \text{ t/m}^2}{5,421 \text{ t/m}^2} \\ \text{Sc} &= 0,177 \text{ m}\end{aligned}$$

Total pemampatan yang terjadi dari seluruh layer tanah dengan variasi beban timbunan sebesar $q = 54 \text{ t/m}^2$ adalah sebesar 1,495 m.

Setelah tanah dasar mengalami pemampatan akibat beban timbunan, maka timbunan yang diletakkan akan menjadi lebih rendah dari elevasi rencana. Oleh sebab itu perlu dicari tinggi awal timbunan menggunakan Persamaan 2.14. Berikut adalah contoh perhitungan tinggi timbunan awal:

Untuk percobaan $q = 54 \text{ t/m}^2$ dengan $\text{Sc total} = 1,495 \text{ m}$

$$\begin{aligned}H_{\text{inisial}} &= \frac{q + (S_c \times \gamma_{\text{timb}}) - (S_c \times \gamma'_{\text{timb}})}{\gamma_{\text{timb}}} \\ H_{\text{inisial}} &= \frac{75,6 + (1,495 \times 1,8) - (1,495 \times 0,8)}{1,8}\end{aligned}$$

$$H_{\text{inisial}} = 30,83 \text{ m}$$

Setelah mendapatkan H_{inisial} , kemudian dihitung kembali besarnya pemampatan akibat beban *pavement* dengan kedalaman distribusi yang sudah disesuaikan dengan H_{inisial} yang sudah didapat. Perumusan yang digunakan adalah Persamaan 2.8 atau

Persamaan 2.9. Berikut contoh perhitungan *settlement* tanah dasar akibat beban *pavement* sebesar $q = 0,99 \text{ t/m}^2$:

Pada Lapisan 1:

$$z_i = 0,5 \text{ m}$$

$$z = H_{\text{initial}} + z_i = 30,83 + 0,5 = 31,33 \text{ m}$$

$$x = \infty \rightarrow m = x/z = \infty$$

$$y = 5 \text{ m} \rightarrow n = y/z = 5 / 31,33 = 0,160$$

Dari grafik pada Gambar 2.3 diperoleh $I = 0,055$. Karena I tersebut diambil di titik tengah beban terbagi rata maka perhitungan dengan Persamaan 2.13 untuk beban *pavement* total dapat dikali 4.

$$\begin{aligned} \Delta\sigma' &= 4 \times I \times q \\ &= 4 \times 0,055 \times 0,99 \text{ t/m}^3 \\ &= 0,2178 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma'_{vo} + \Delta\sigma' &= 0,416 \text{ t/m}^2 + 0,2178 \text{ t/m}^2 \\ &= 0,639 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_c' = 5,421 \text{ t/m}^2$$

$\sigma'_{vo} + \Delta\sigma' < \sigma_c' \rightarrow$ menggunakan Persamaan 2.8, didapatkan:

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_s \cdot H_0}{1 + e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'}{\sigma'_{vo}} \\ S_c &= \frac{0,064 \cdot 1}{1 + 0,983} \cdot \log \frac{0,639}{0,421} \\ &= 0,006 \text{ m} \end{aligned}$$

Total pemampatan yang terjadi dari seluruh layer tanah akibat beban *pavement* sebesar $q = 0,99 \text{ t/m}^2$ adalah sebesar 0,013m.

Langkah-langkah tersebut diulang dengan menggunakan tinggi timbunan yang berbeda dan beban *pavement* jalan sebesar $0,99 \text{ t/m}^2$. Hasil perhitungan *settlement* untuk seluruh lapisan tanah ditampilkan pada Lampiran 3.

H bongkar traffic didapatkan dari grafik Road Association, 1986 pada Gambar 2.3. Berikut contoh penentuan H_{bongkar} :

Pada $q = 30 \text{ t/m}^2$

$$H_{\text{initial}} = 30,83 \text{ m}$$

Berdasarkan grafik, besar beban akibat traffic yang didistribusikan ke tanah dasar dengan tinggi timbunan sebesar 30,83 meter didapatkan:

$$q_{\text{traffic}} = 0,2 \text{ t/m}^2$$

q dikonversikan ke tinggi timbunan dan didapatkan H bongkar sebesar $q_{\text{traffic}}/\gamma_{\text{timb}} = 0,111 \text{ m}$.

Selanjutnya menghitung tinggi final sesuai dengan Persamaan 2.15 yaitu :

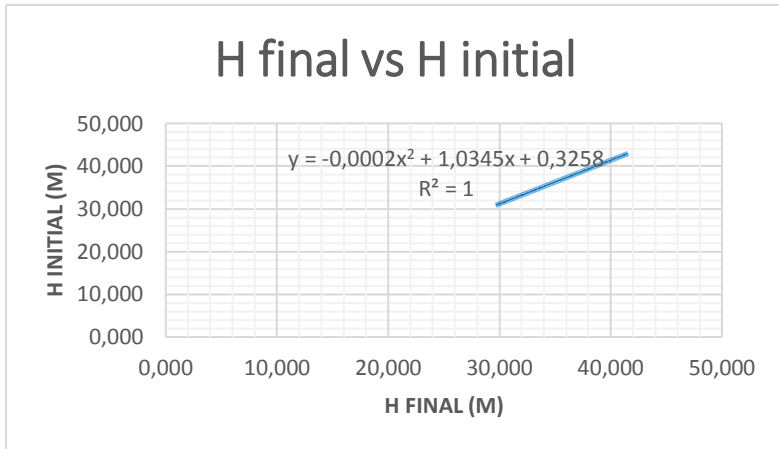
$$H_{\text{final}} = H_{\text{initial}} - Sc_{\text{akibat timbunan}} - H_{\text{bongkar traffic}} + \text{tebal pavement} - Sc_{\text{akibat pavement}}$$

Hasil perhitungan H_{final} disajikan dalam Tabel 5.1. Pada Gambar 5.2 ditampilkan grafik hubungan H_{final} dengan H_{inisial} dan pada Gambar 5.3 ditampilkan grafik hubungan H_{final} dengan *Settlement*.

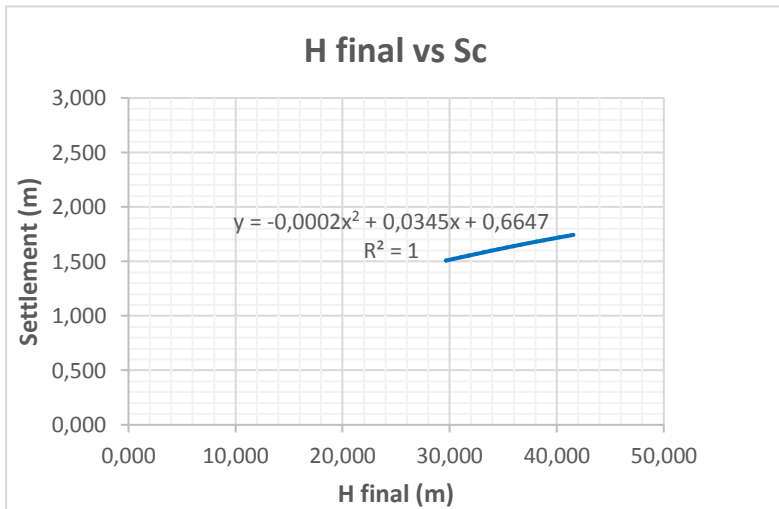
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan H_{initial} , $H_{\text{Bongkar Traffic}}$ dan H_{final}
Alternatif 1

q timb	Sc akibat q timb	H initial	H bongkar Traffic	Tebal Pavement	Sc akibat pavement	H final	Sc total
t/m ²	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	(A+B)/ γ_t	Grafik	Direncanakan	Perhitungan	C-B-D+E-F	B+F
A	B	C	D	E	F	G	H
54	1,495	30,830	0,111	0,450	0,013	29,661	1,508
59,4	1,563	33,868	0,111	0,450	0,008	32,636	1,571
64,8	1,626	36,903	0,111	0,450	0,007	35,609	1,633
70,2	1,684	39,936	0,111	0,450	0,007	38,584	1,691
75,6	1,738	42,966	0,111	0,450	0,006	41,561	1,744

(Sumber: Hasil Analisis)



Gambar 5.2 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{initial}$ (Zona Tengah)



Gambar 5.3 Grafik Hubungan H_{final} dengan *Settlement* (Zona Tengah)

Dari grafik-grafik di atas dapat ditentukan H_{inisial} dan *settlement* yang terjadi dengan H_{final} yaitu:

Pada $H_{\text{final}} = 42$ meter

$H_{\text{inisial}} = 43,4$ m dan *settlement* = 1,76 m

5.2 Perhitungan waktu konsolidasi (t)

Waktu konsolidasi (t) dihitung dengan Persamaan 2.19. seperti diketahui kedalaman tanah lempung pada zona tengah sedalam 15 meter, sedangkan dibawah lapisan lempung berupa pasir sampai dasar tanah keras, sehingga panjang aliran berjalan 2 arah ke atas dan ke bawah ($H_{dr}=H/2$), Berikut adalah contoh perhitungan untuk tanah dasar sebelum sungai:

$$t = \frac{T_v \cdot (H_{dr})^2}{C_v}$$

dengan:

$$T_v = 0,848 \text{ (Tabel 2.3)}$$

$$H_{dr} = 7,5 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left(\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right)^2} \text{ (Persamaan 2.20)} \\ &= \frac{(5+5+5)^2}{\left(\frac{5}{\sqrt{0,000823488}} + \frac{5}{\sqrt{0,009282308}} + \frac{5}{\sqrt{0,009118682}} \right)^2} \\ &= 0,002901 \text{ cm}^2/\text{detik} \\ &= 0,0000002901 \text{ m}^2/\text{detik} \\ &= 9,1485936 \text{ m}^2/\text{tahun} \\ t &= \frac{0,848 \cdot (7,5 \text{ m})^2}{9,148593 \text{ m}^2/\text{tahun}} \\ &= 6,941 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Karena waktu yang dibutuhkan untuk konsolidasi sebesar 90% diperlukan waktu 6,941 tahun dengan rata rata penurunan sebesar 25,3 cm pertahun, Karena tubuh bendungan yang sangat besar diharapkan penurunan sudah memampat saat proses konnstuksi sehingga penurunan ini masih dapat ditoleransi.-

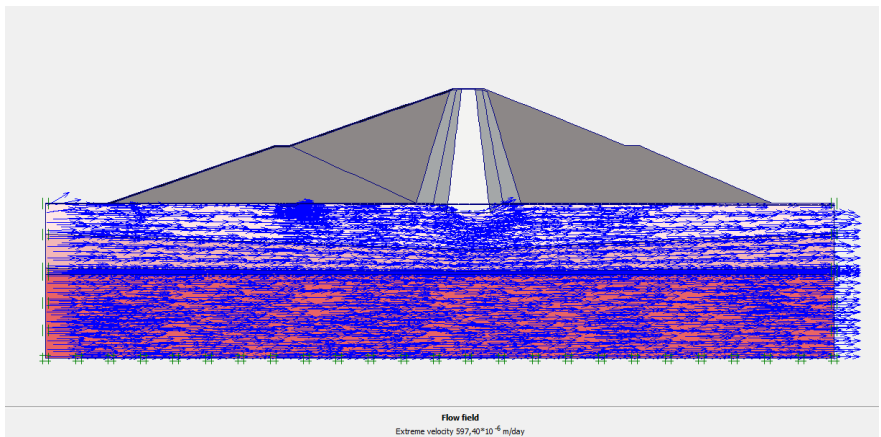
5.3 Analisa Stabilitas Tubuh Bendung dengan Plaxis

Salah satu program yang dapat menganalisa stabilitas talud adalah program PLAXIS. Pada program ini dilakukan analisa dengan tipe keruntuhan Mohr-Coulomb.

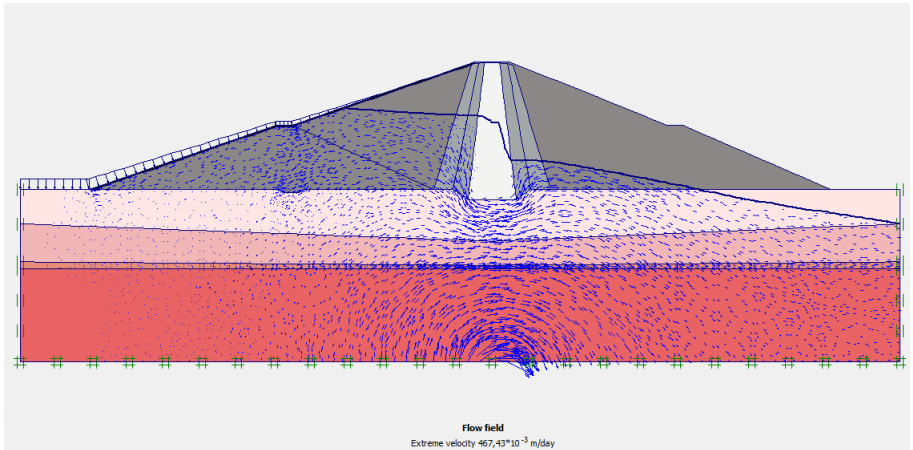
Sebelum membuat permodelan konstruksi tubuh bendung didalam program plaxis terlebih dahulu mencari parameter apa saja yang dibutuhkan

Selanjutnya permodelan dibuat dan memasukkan material kedalam program plaxis, berikut ini tahapan yang akan dilakukan antara lain:

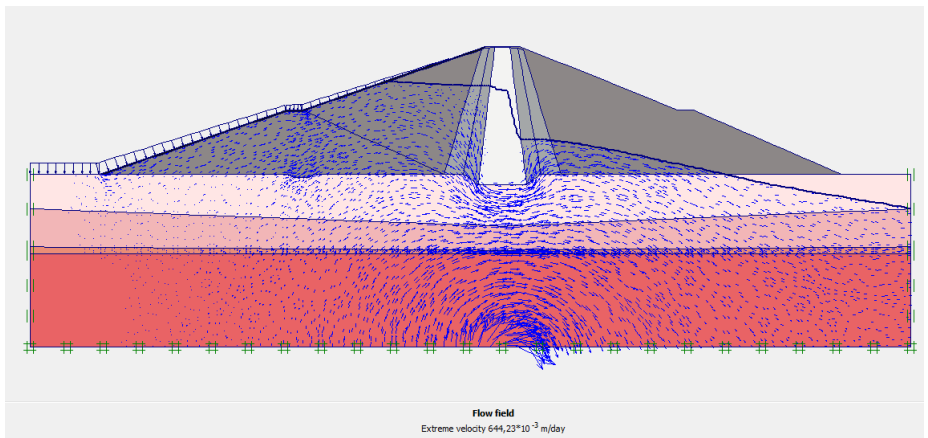
1. Tahapan pada *Plaxis Input* (Generate mesh dan initial conditions).
 - Mengaktifkan *standard fixities* sebelum *generate mesh*.
 - Mengaktifkan *Mesh generation* setup.
 - Masuk pada *initial condition* dan mengaktifkan posisi muka air.



Gambar 5.4 Permodelan ground water flow saat muka air kosong



Gambar 5.5 Permodelan ground water flow saat muka air normal



Gambar 5.6 Permodelan ground water flow saat muka air banjir

2. Tahapan pada plaxis calculation

- Phase 1 (*Plastic analysis*) *loading input staged construction*

Phase 1 diaktifkan untuk mengetahui keberhasilan tahapan konstruksi serta analisis deformasi elastis-plastis

- Phase 2 (*Phi/C reduction*) *loading input incremental multipliers*
Phase diaktifkan untuk mendapatkan besaran nilai *safety factor*
- 3. Pemilihan titik Pengaman
Setelah dilakukan input per-tahapan maka ditentukan letak titik pengaman lalu tahap kalkulasi dapat dimulai.
- 4. Kalkulasi dan Penentuan Nilai Safety Factor
Setelah langkah 1 – 3 dilaksanakan maka tahap kalkulasi dapat dijalankan. Dari hasil (output) kalkulasi dapat dilihat gaya-gaya pada timbunan serta nilai safety factor yang diperoleh.

Dalam tugas akhir ini dianalisa stabilitas tubuh bendung dengan pengaruh gempa maupun tanpa pengaruh gempa terhadap 4 kondisi, yaitu :

- a. Muka air kosong
- b. Muka air normal
- c. Muka air banjir
- d. Rapid drawdown

Untuk rapid drawdown tidak dianalisa dan nilai SF nya diasumsikan dari karena nilai SF kondisi drawdown selalu paling kecil dari 3 kondisi lainnya, maka nilai SF kondisi drawdown diambil dari nilai SF terkecil dari kondisi muka air kosong, normal, dan banjir.

Sesuai pedoman kriteria desain bandungan yang dibuat oleh Departemen Pemukiman dan Prasaarana Wilayah Direktorat Jenderal Sumber Daya Air ke empat kondisi tersebut harus memenuhi syarat yang ditentukan pada peraturan tersebut. Pada tabel Berikutnya akan ditunjukkan kondisi dan kombinasi beban serta faktor keamanan minimum.

Jika dalam analisa kondisi eksisting tidak memenuhi kriteria desain bendung maka akan direncanakan beberapa perkuatan hingga mencapai kriteria desain yang sesuai dengan peraturan, antara lain :

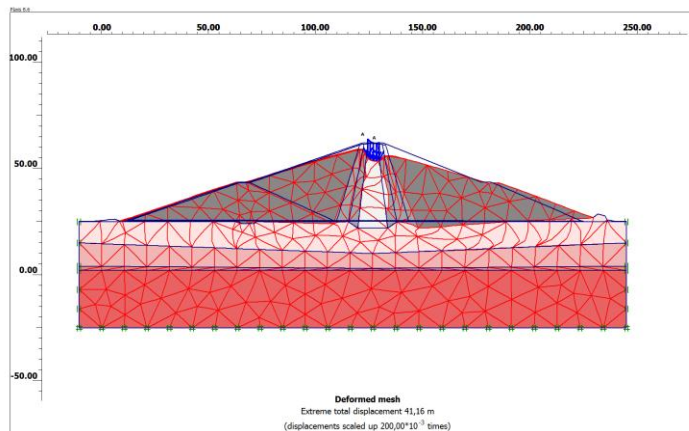
- a. Penggantian lapisan teratas tanah dasar dibawah tubuh bendung (2 m dari dasar tubuh bendung),
- b. Penambahan lapisan geotextile pada dasar tubuh bendung (3 lapis dan 5 lapis),
- c. Melakukan grouting pada dasar tubuh bendung (sedalam 2 m dari dasar bendung).

Tabel 5.2 kondisi dan kombinasi beban serta factor keamanan minimum

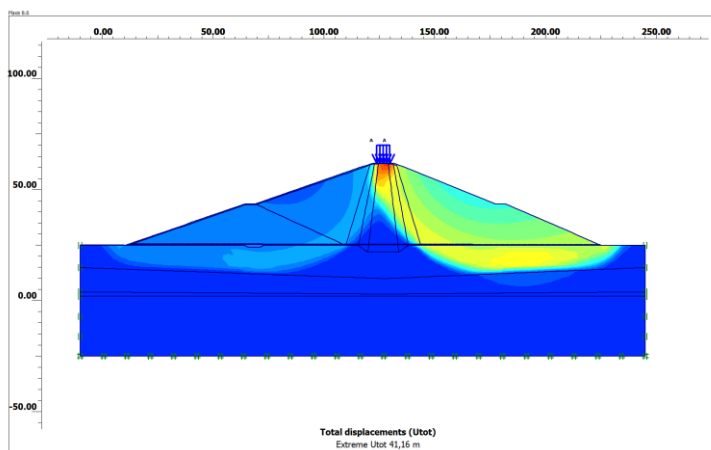
No.	Kondisi	Kuat Geser	Tekanan Air Pori	FK Tanpa Gempa	FK Dengan Gempa
1.	Selesai pembangunan tergantung : 1. Jadwal pembangunan. 2. Hubungan antara tekanan air pori dan waktu Lereng hulu dan hilir. Dengan gempa tanpa kerusakan digunakan 50% koefisien gempa desain.	1. Efektif	Peningkatan tekanan air pori pada timbunan dan pondasi dihitung menggunakan data lab. dan pengawasan instrumen.	1.30	1.20
			Idem hanya tanpa pengawasan instrumen.	1.40	1.20
			Hanya pada timbunan tanpa data lab dan dengan/tanpa pengawasan instrumen.	1.30	1.20
		2. Total	Tanpa instrumen.	1.30	1.20
2.	Rembesan tetap tergantung : 1. Elevasi muka air normal sebelah hulu. 2. Elevasi hulu dan hilir. Dengan gempa tanpa kerusakan digunakan 100% koefisien gempa desain.	1. Efektif	Dari analisis rembesan	1.50	1.20
3.	Pengoperasian waduk tergantung : 1. Elevasi muka air maksimum di hulu. 2. Elevasi muka air minimum di hulu (dead storage). Lereng hulu harus dianalisis untuk kondisi surut cepat.	1. Efektif	Surut cepat dan El. Muka air normal sampai El. Muka air minimum. Lereng hulu dan hilir.	1.30	1.10
			Surut cepat dan El. Muka air maksimum sampai El. Muka air minimum. Pengaruh gempa diambil 0% dari koef. gempa desain.	1.30	-
4.	Luar biasa tergantung : 1. Pembuntuan pada sistem drainase. 2. Surut cepat karena penggunaan air melebihi kebutuhan. 3. Surut cepat pada kondisi gawat darurat.	1. Efektif	Surut cepat dari El. Muka air maksimum sampai EL terendah bangunan pengeluaran. Pengaruh gempa diabaikan.	1.20	-

5.3.1 Analisa kondisi eksisting

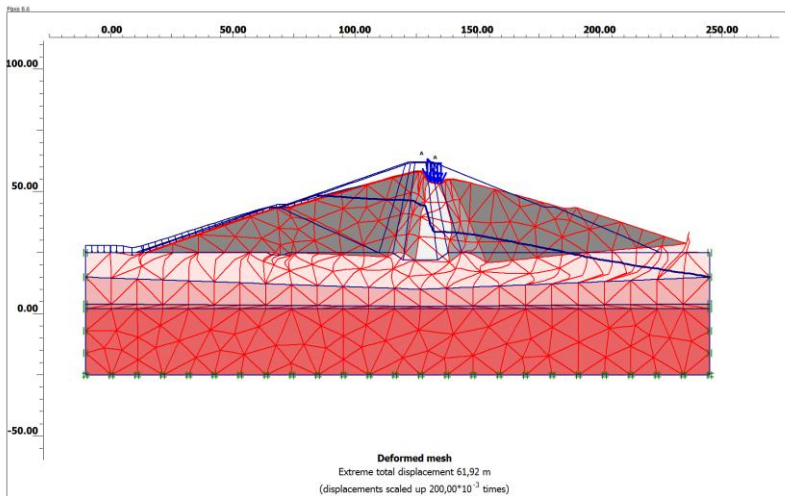
Dari analisa kondisi eksisting didapatkan hasil pada kondisi tanpa pengaruh gempa tubuh bendung tidak mencapai syarat kriteria faktor keamanan minimum sebesar 1,3. Pada gambar 5.10 dan 5.17 terdapat hasil grafik dari nilai SF yang didapatkan. Untuk output mesh deformation akan diberikan pada lampiran.



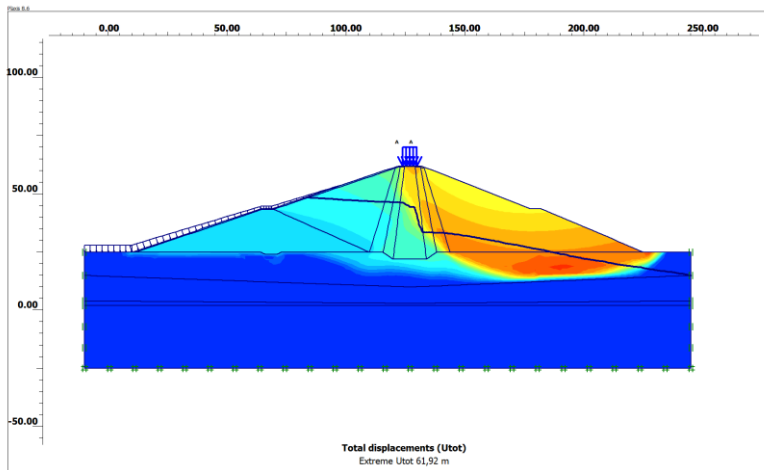
Gambar 5.7 Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa



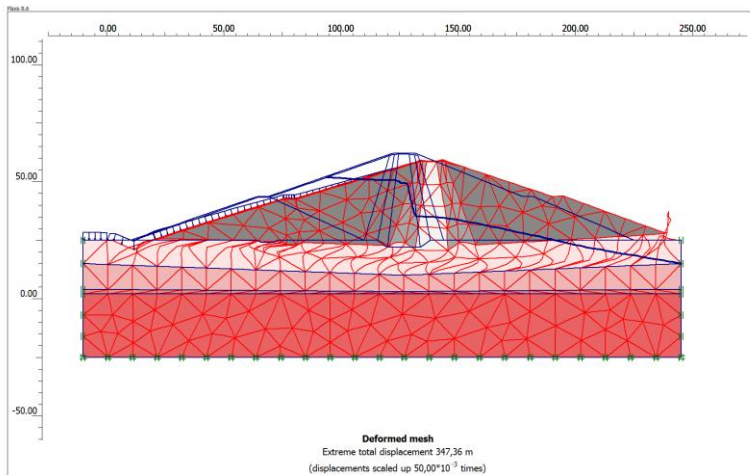
Gambar 5.8 *Total displacement* muka air kosong dengan pengaruh gempa



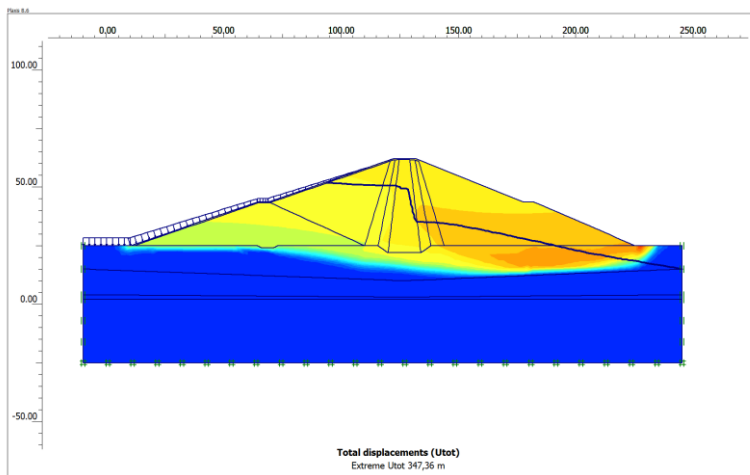
Gambar 5.9 Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa



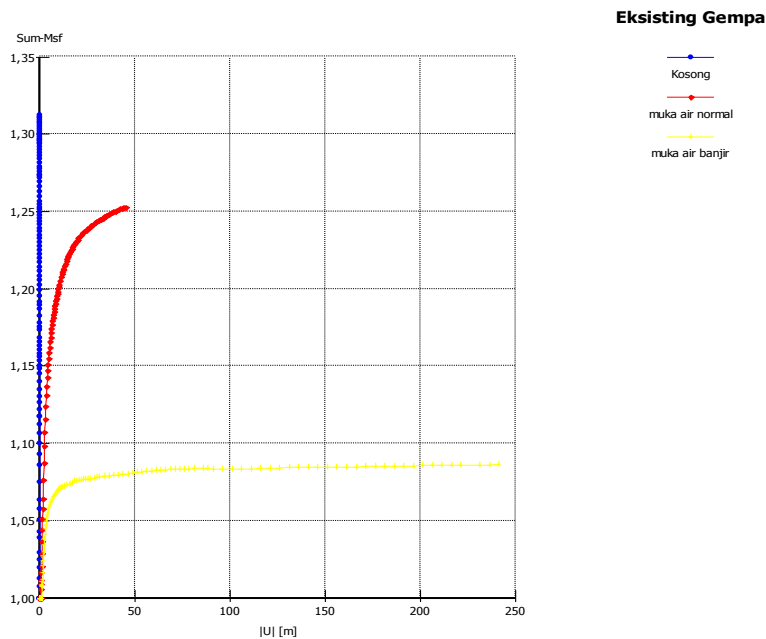
Gambar 5.10 *Total displacement* muka air normal dengan pengaruh gempa



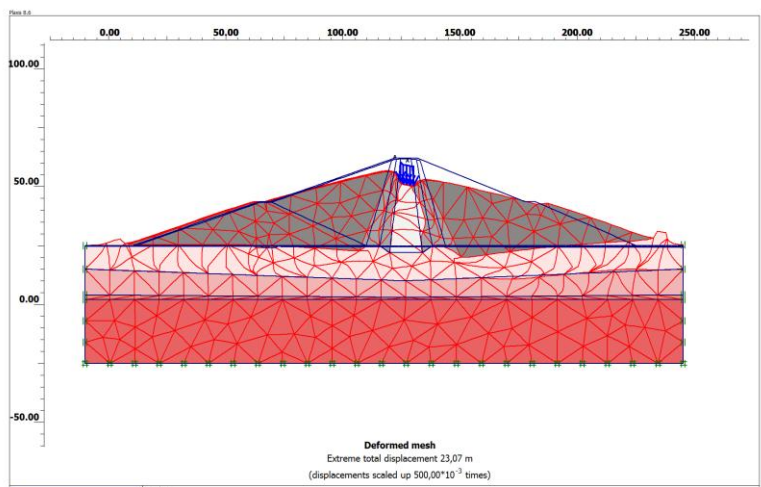
Gambar 5.11 Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa



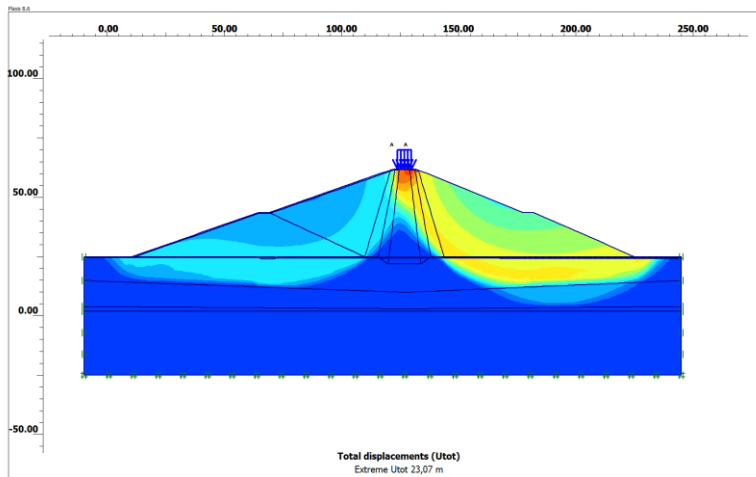
Gambar 5.12 *Total displacement* muka air banjir dengan pengaruh gempa



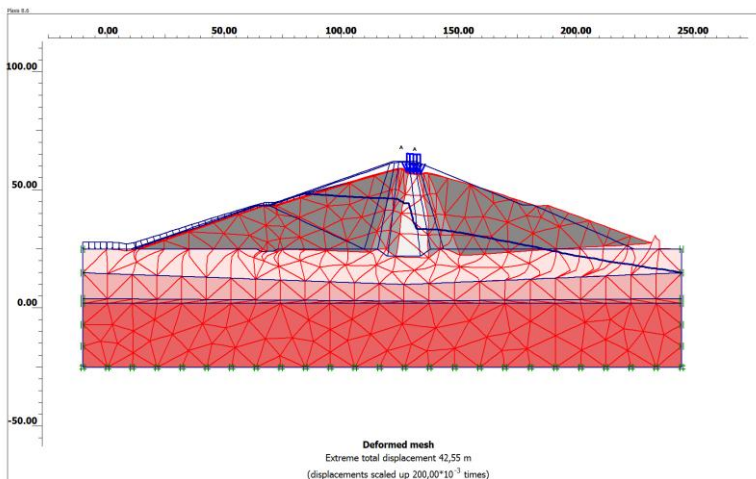
Gambar 5.13 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis Existing Gempa



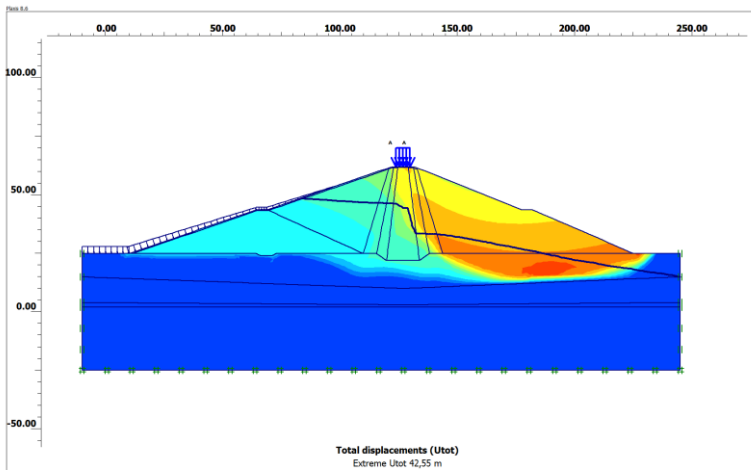
Gambar 5.14 Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa



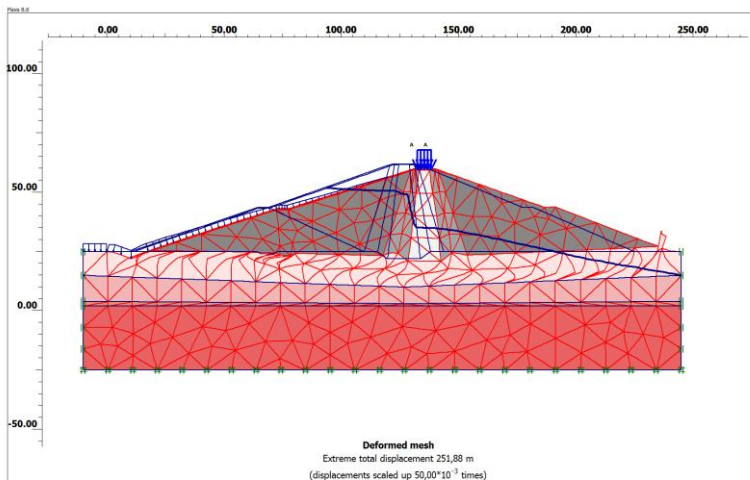
Gambar 5.15 *Total displacement* muka air kosong tanpa pengaruh gempa



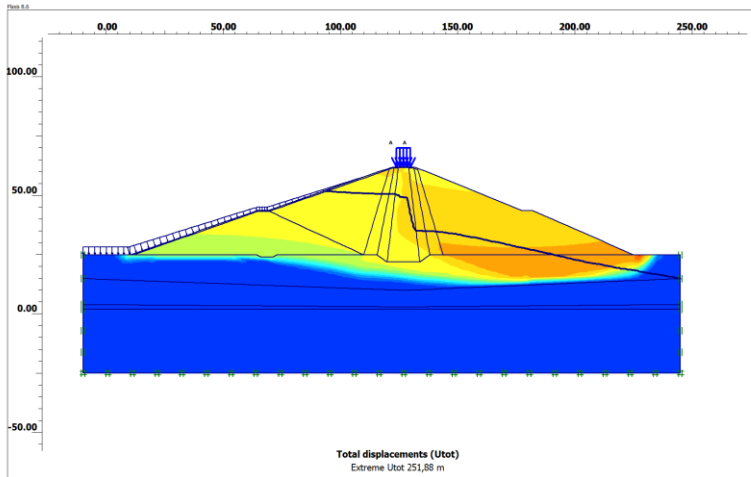
Gambar 5.16 Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa



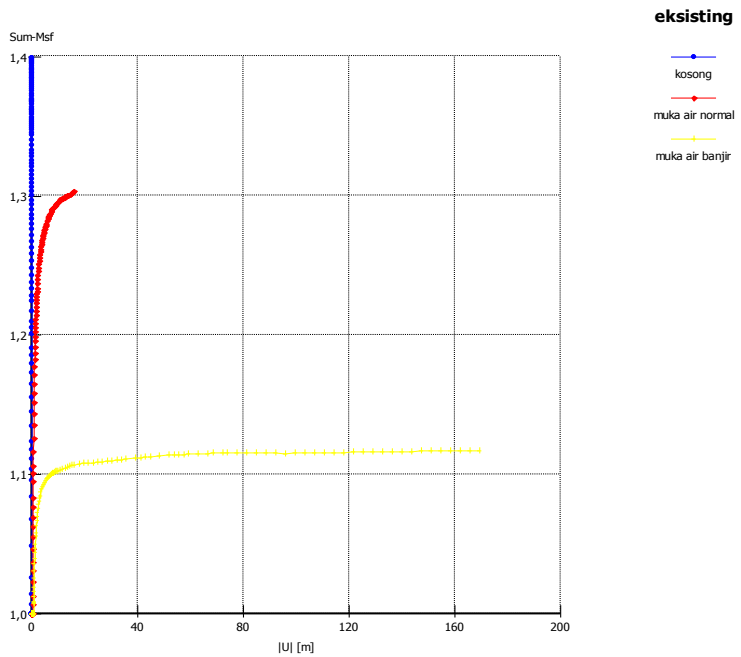
Gambar 5.17 *Total displacement* muka air normal tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.18 Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.19 *Total displacement* muka air banjir tanpa pengaruh gempa



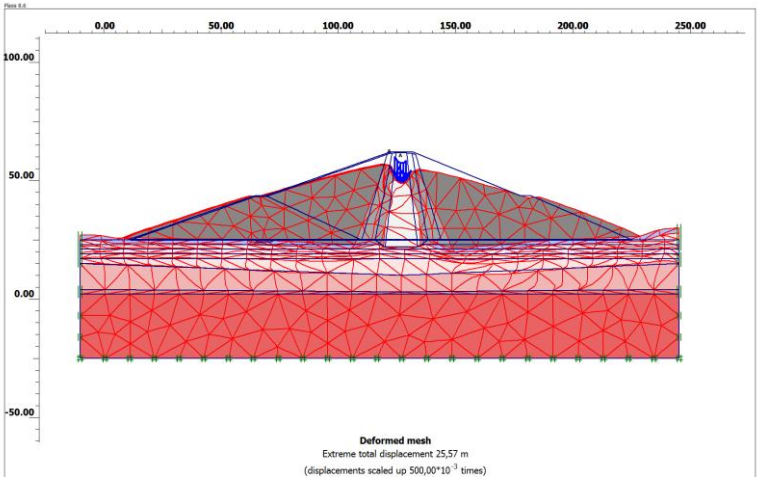
Gambar 5.20 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis
Existing

Tabel 5.3 Rekapitulasi SF Kondsi Eksisting

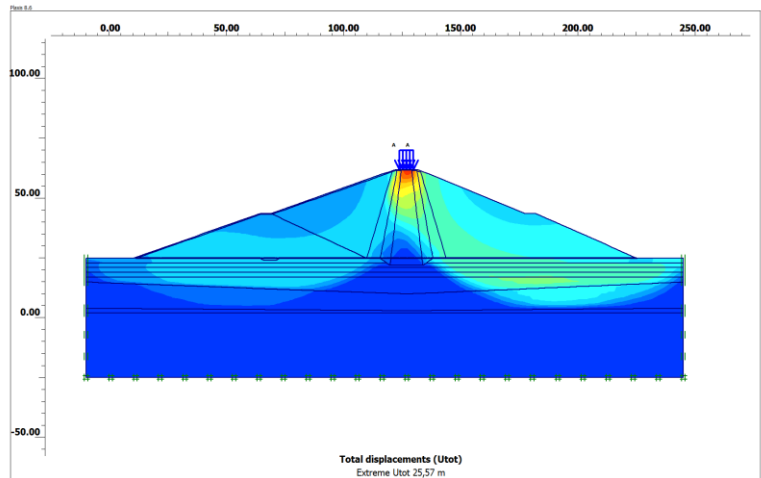
Kondisi	safety factor
	eksisting
kondisi tanpa pengaruh gempa	
kosong (konstruksi)	1,399
Muka air normal	1,303
Muka air Banjir	1,117
Draw Down	1,117
kondisi dengan pengaruh gempa	
kosong (konstruksi)	1,3124
Muka air normal	1,253
Muka air Banjir	1,086
Draw Down	1,086

5.3.2 Penggantian lapisan teratas tanah dasar dibawah tubuh bendung (2 m dari dasar tubuh bendung)

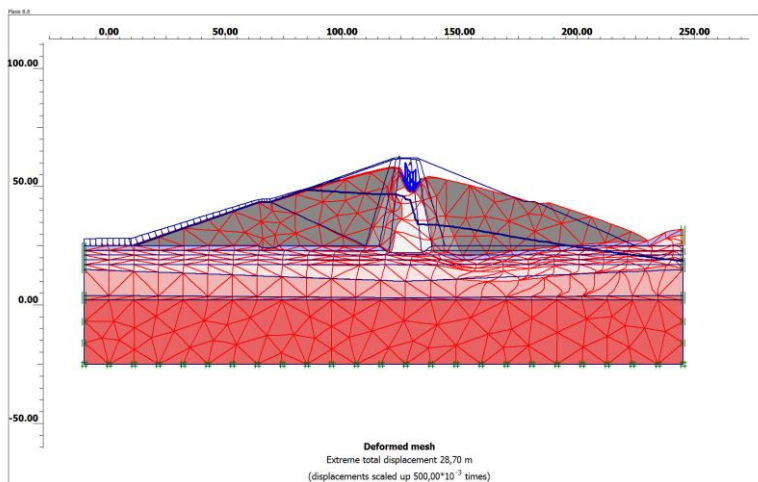
Dari analisa kondisi ini didapatkan hasil yang cukup baik dengan SF terkecil tanpa pengaruh gempa sebesar 1,906 dan dengan pengaruh gempa sebesar 1,889 dengan demikian kondisi tubuh bendung ini memenuhi kriteria. Pada gambar 5.6 dan 5.7 terdapat hasil grafik dari nilai SF yang didapatkan. Untuk output mesh deformation akan diberikan pada lampiran.



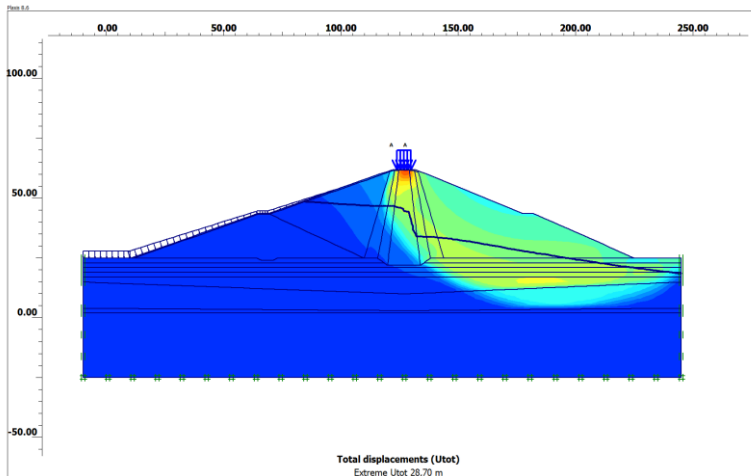
Gambar 5.21 Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa



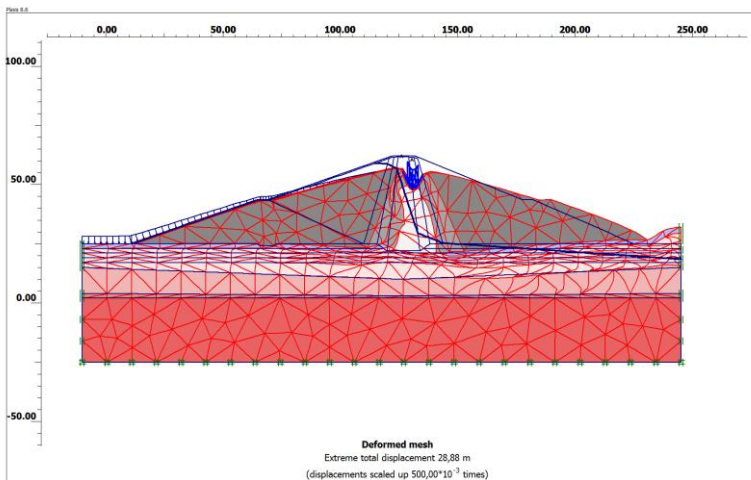
Gambar 5.22 *Total displacement* muka air kosong dengan pengaruh



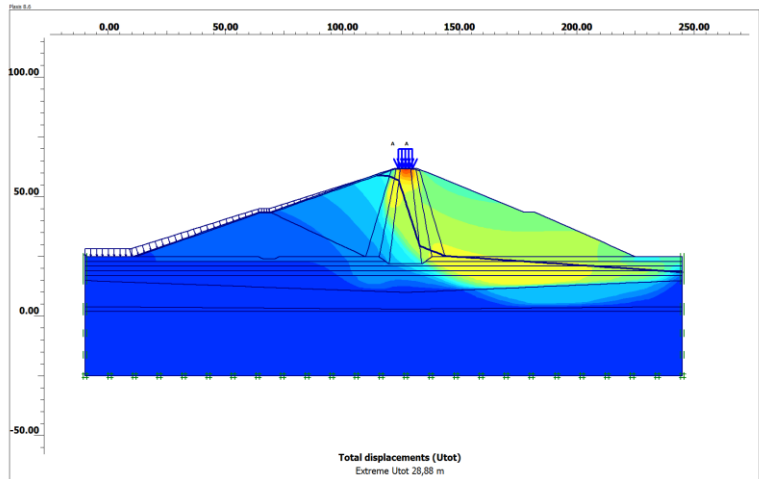
Gambar 5.23 Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa



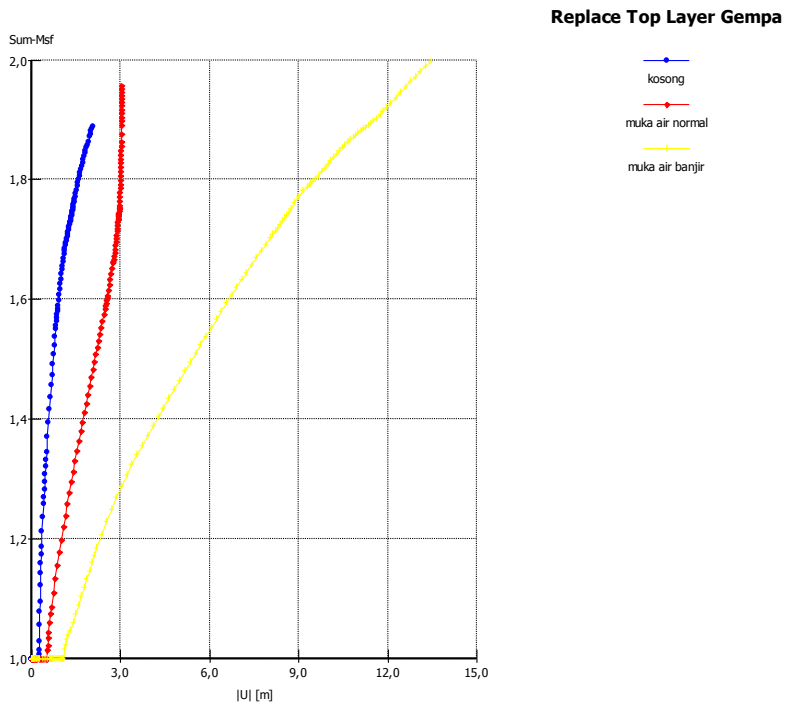
Gambar 5.24 *Total displacement* muka air normal dengan pengaruh gempa



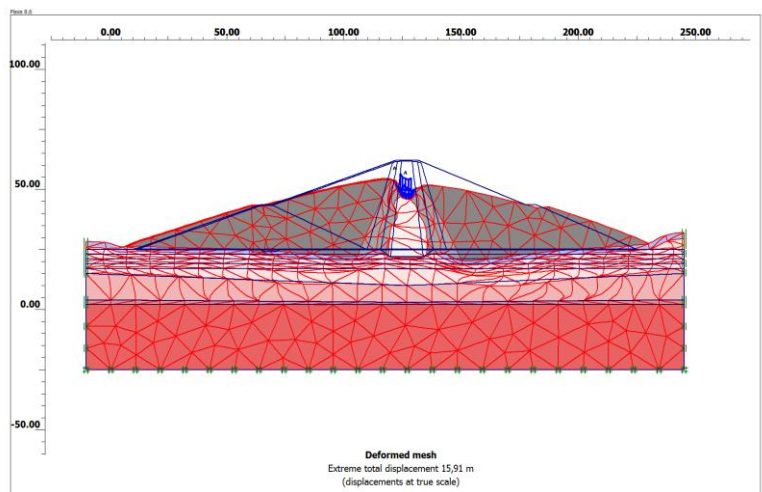
Gambar 5.25 Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa



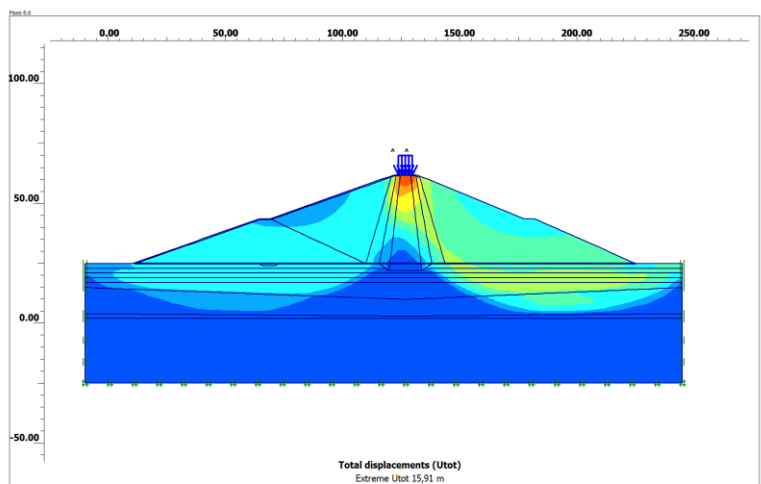
Gambar 5.26 *Total displacement* muka air banjir dengan pengaruh gempa



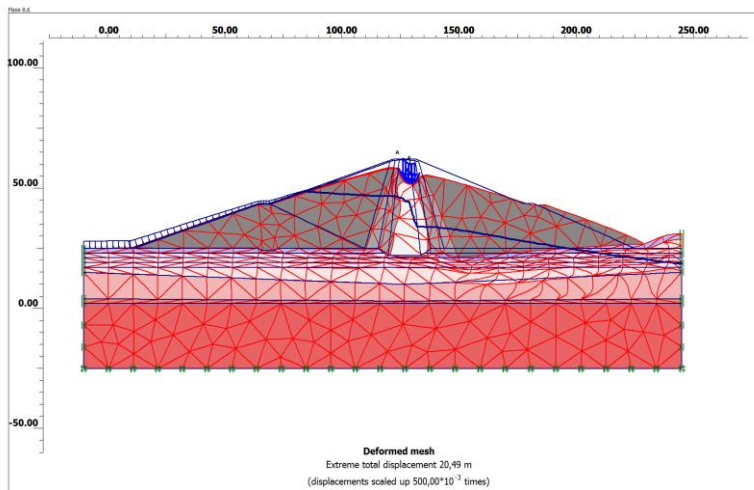
Gambar 5.27 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis
Penggantian Lapisan Tanah Dasar Gempa



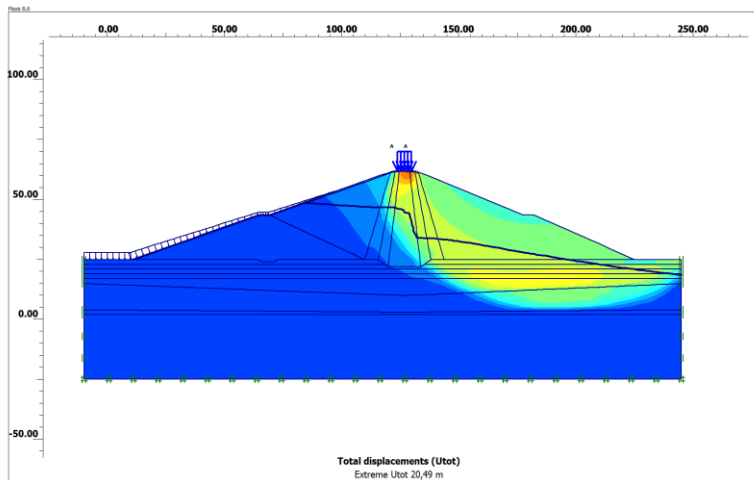
Gambar 5.28 Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa



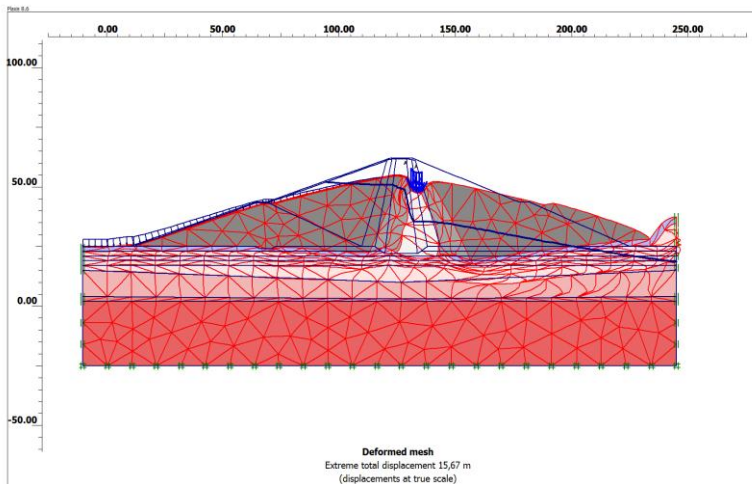
Gambar 5.29 *Total displacement* muka air kosong tanpa pengaruh gempa



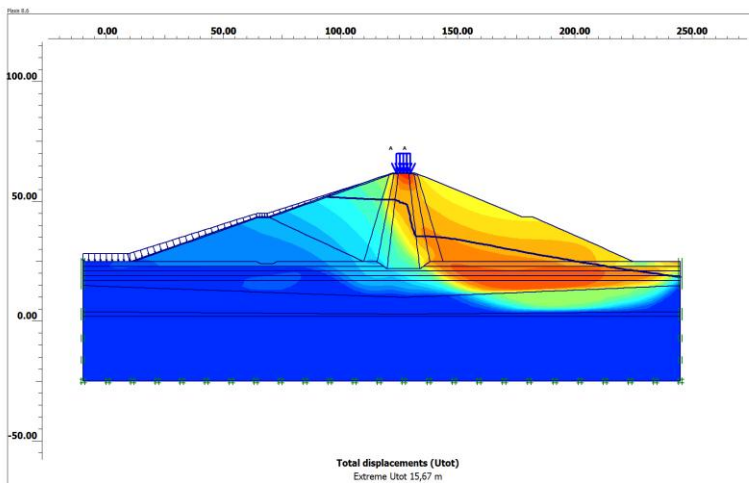
Gambar 5.30 Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa



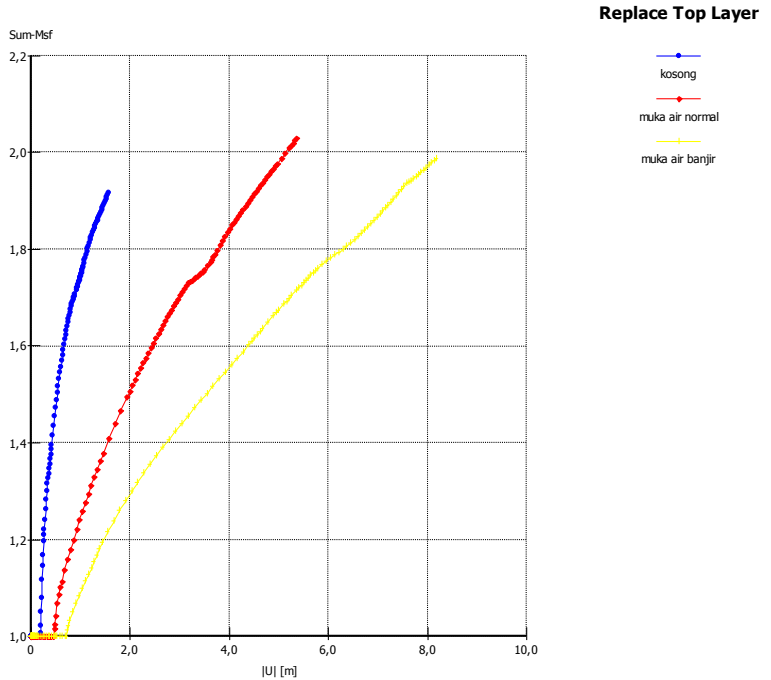
Gambar 5.31 *Total displacement* muka air normal tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.32 Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.33 *Total displacement* muka air banjir tanpa pengaruh gempa



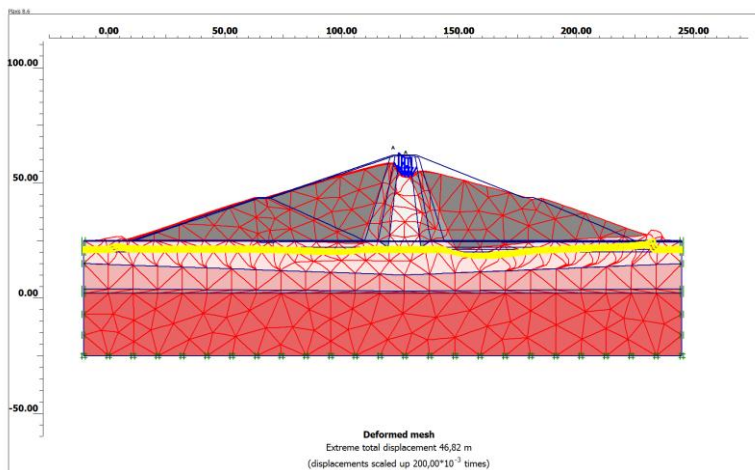
Gambar 5.34 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis
Penggantian Lapisan Tanah Dasar

Tabel 5.4 Rekapitulasi SF Kondisi Penggantian lapisan

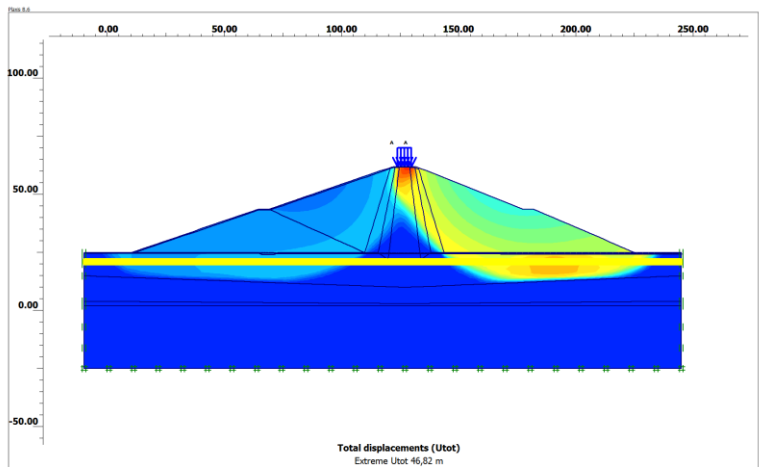
No.	Kondisi	safety factor
		replace top layer
		2m
	kondisi tanpa pengaruh gempa	
1	kosong (konstruksi)	1,906
2	Muka air normal	2,029
3	Muka air Banjir	1,988
4	Draw Down	1,906
	kondisi dengan pengaruh gempa	
1	kosong (konstruksi)	1,889
2	Muka air normal	1,957
3	Muka air Banjir	1,998
4	Draw Down	1,889

5.3.3 Penambahan lapisan geotextile pada dasar tubuh bendung (3 lapis dan 5 lapis),

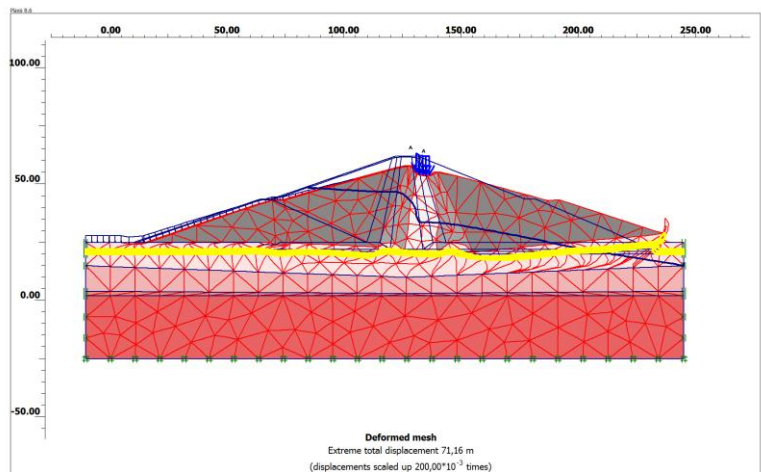
Dari analisa kondisi ini didapatkan hasil yang kurang baik dengan SF terkecil pada geotextile 3 lapis tanpa pengaruh gempa sebesar 1,105 dan dengan pengaruh gempa sebesar 1,09 sedangkan pada geotextile 5 lapis tanpa pengaruh gempa sebesar 0,115 dan dengan pengaruh gempa sebesar 1,079 berdasarkan hasil tersebut kondisi ini masih belum memenuhi kriteria. Pada gambar 5.8 s/d 5.11 terdapat hasil grafik dari nilai SF yang didapatkan. Untuk output mesh deformation akan diberikan pada lampiran.



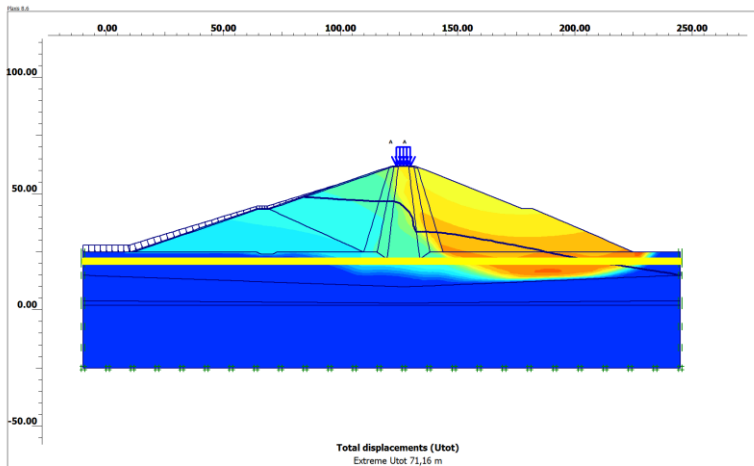
Gambar 5.35 Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa



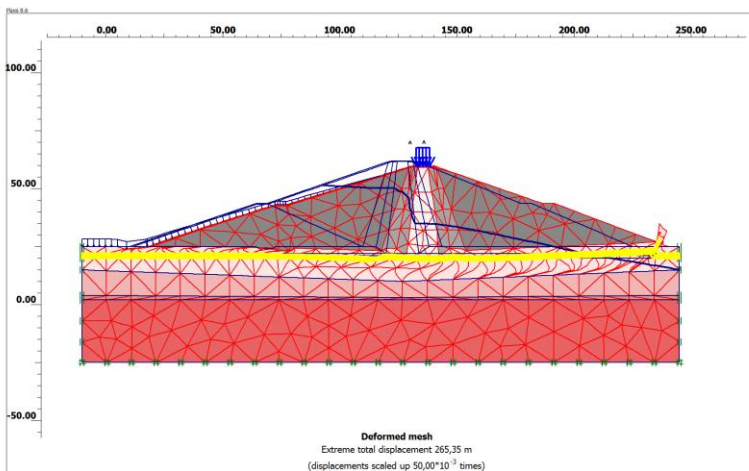
Gambar 5.36 *Total displacement* muka air kosong dengan pengaruh



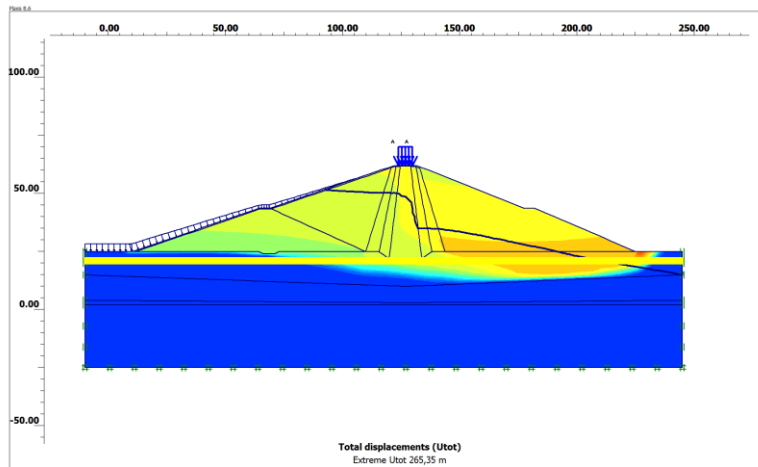
Gambar 5.37 Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa



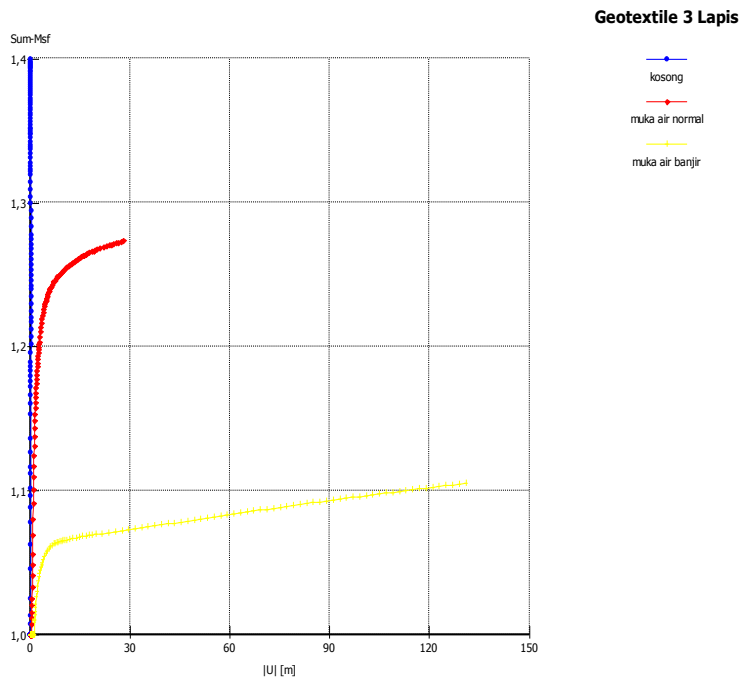
Gambar 5.38 Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa



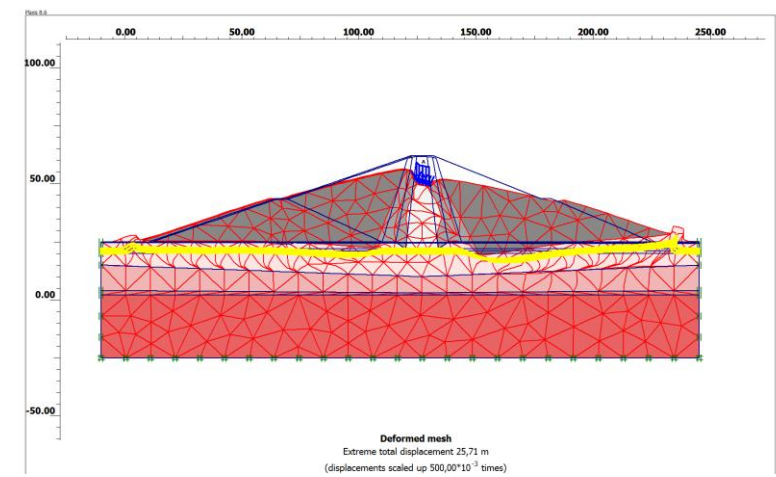
Gambar 5.39 Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa



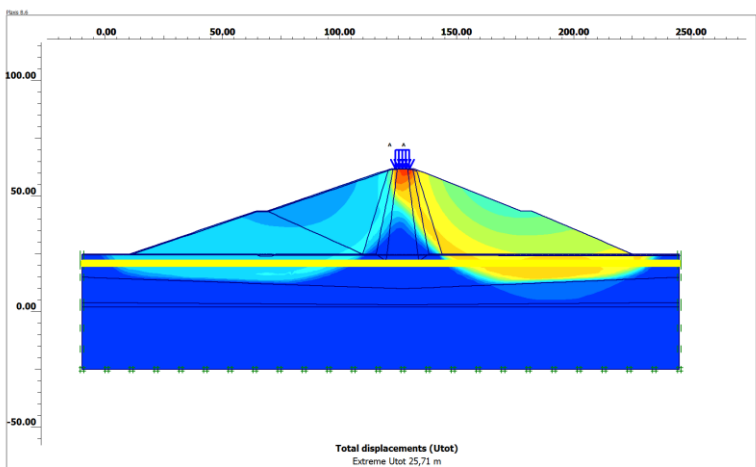
Gambar 5.40 *Total displacement* muka air banjir dengan pengaruh gempa



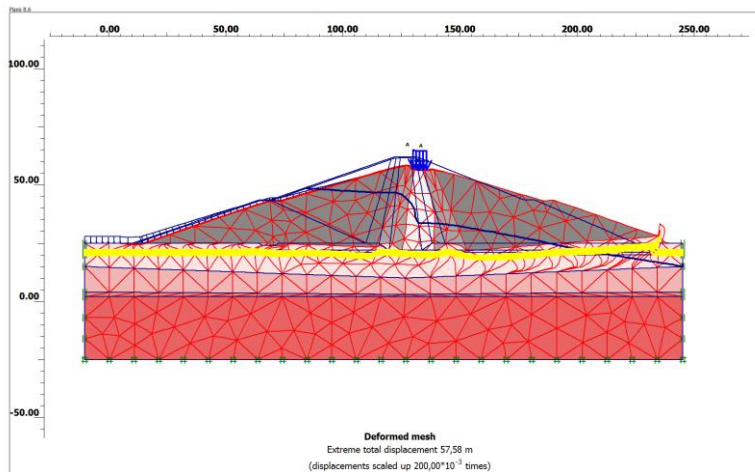
Gambar 5.41 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis
Geotextile 3 Lapis Gempa



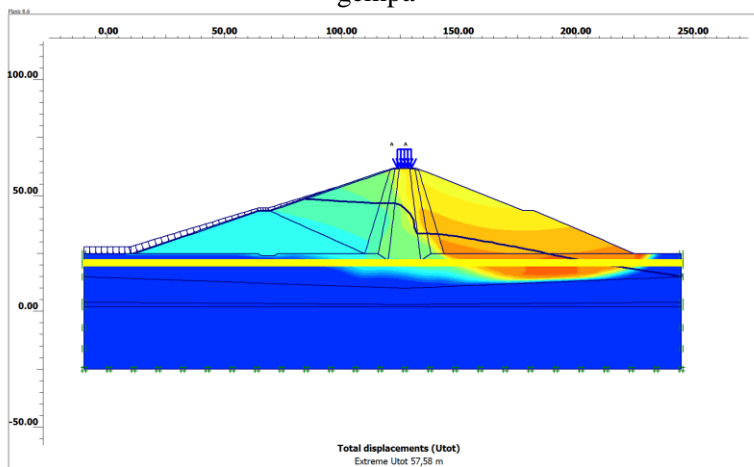
Gambar 5.42 Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa



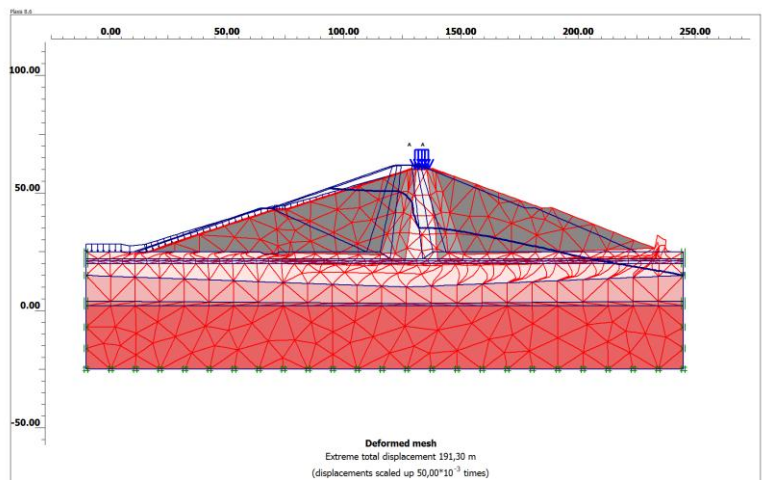
Gambar 5.43 *Total displacement* muka air kosong tanpa pengaruh gempa



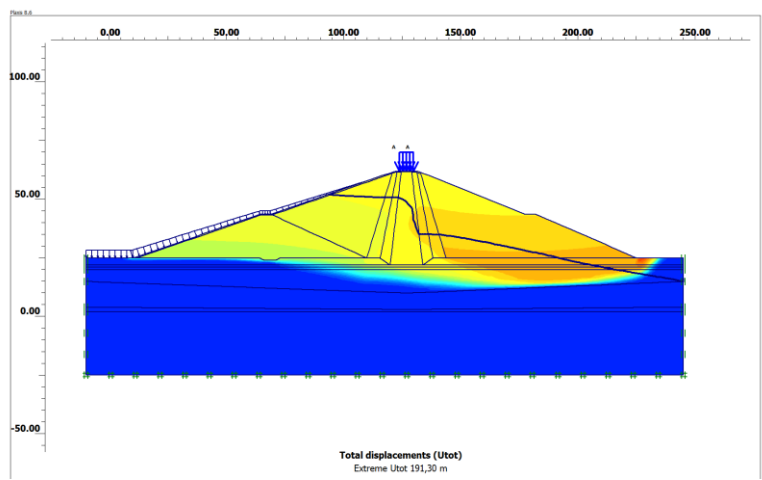
Gambar 5.44 Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa



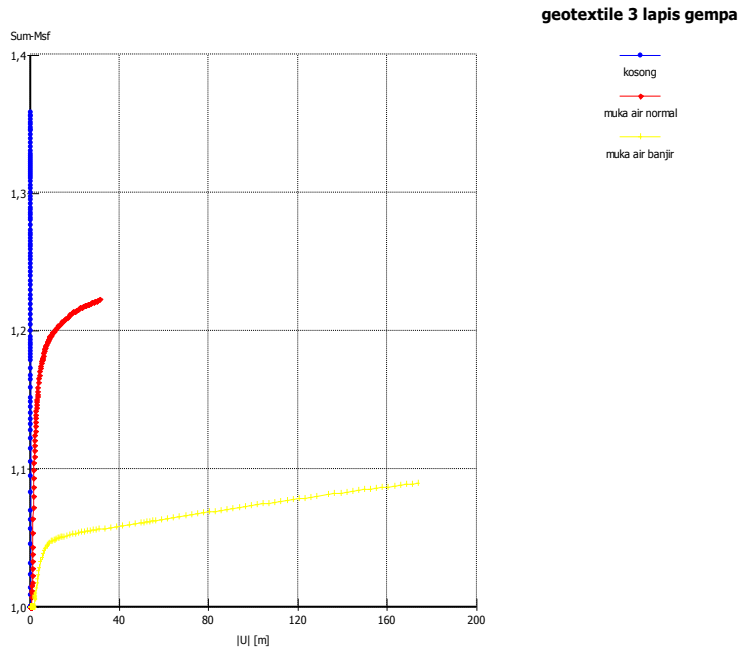
Gambar 5.45 Total displacement muka air normal tanpa pengaruh gempa



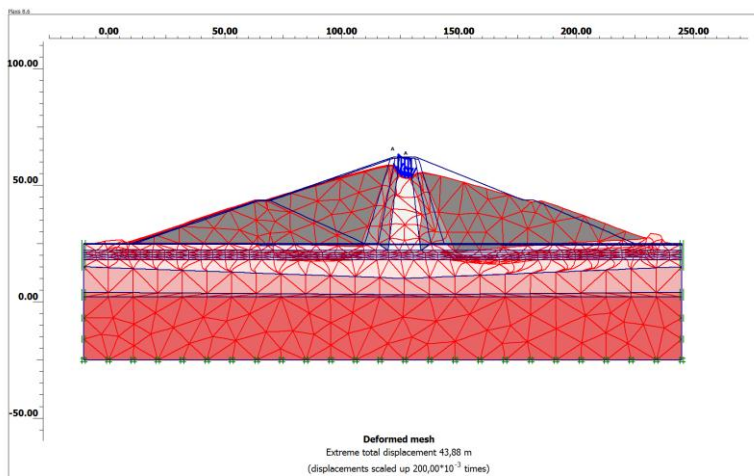
Gambar 5.46 Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa



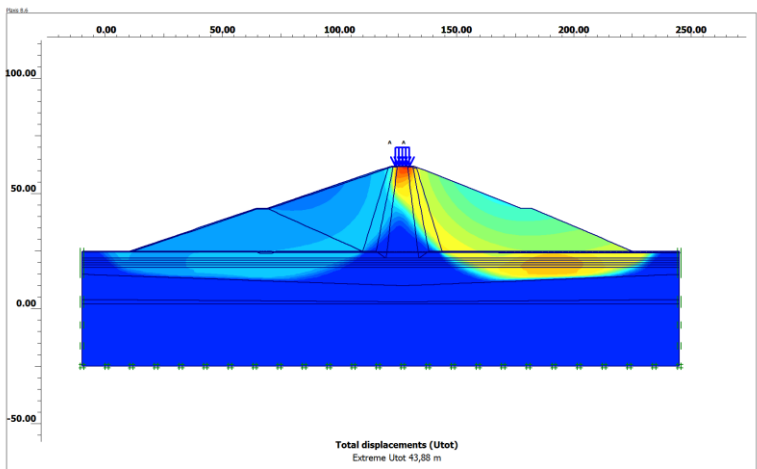
Gambar 5.47 *Total displacement* muka air banjir tanpa pengaruh gempa



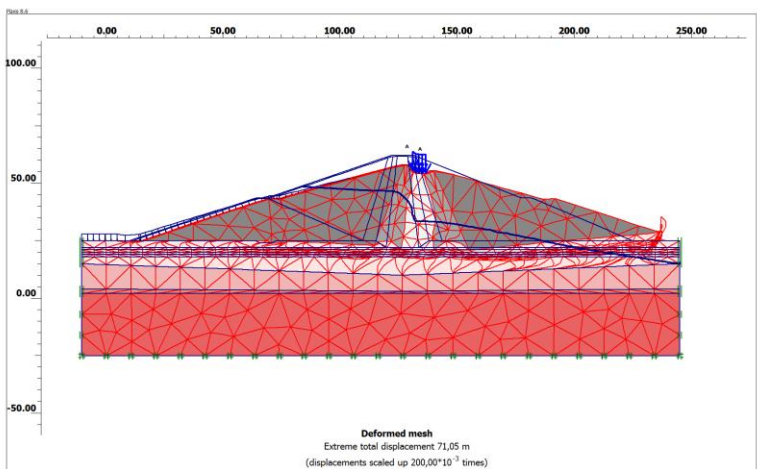
Gambar 5.48 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis
Geotextile 3 Lapis



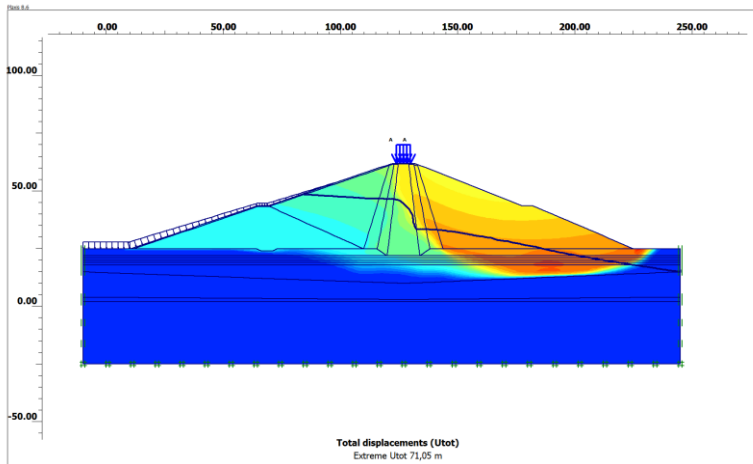
Gambar 5.49 Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa



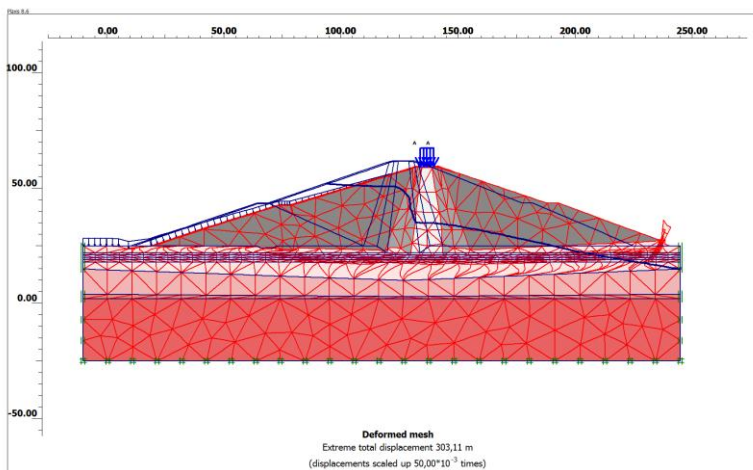
Gambar 5.50 *Total displacement* muka air kosong dengan pengaruh gempa



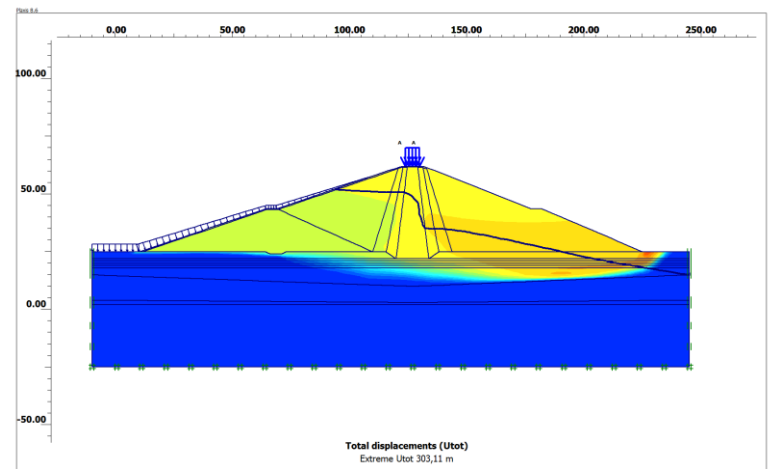
Gambar 5.51 Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa



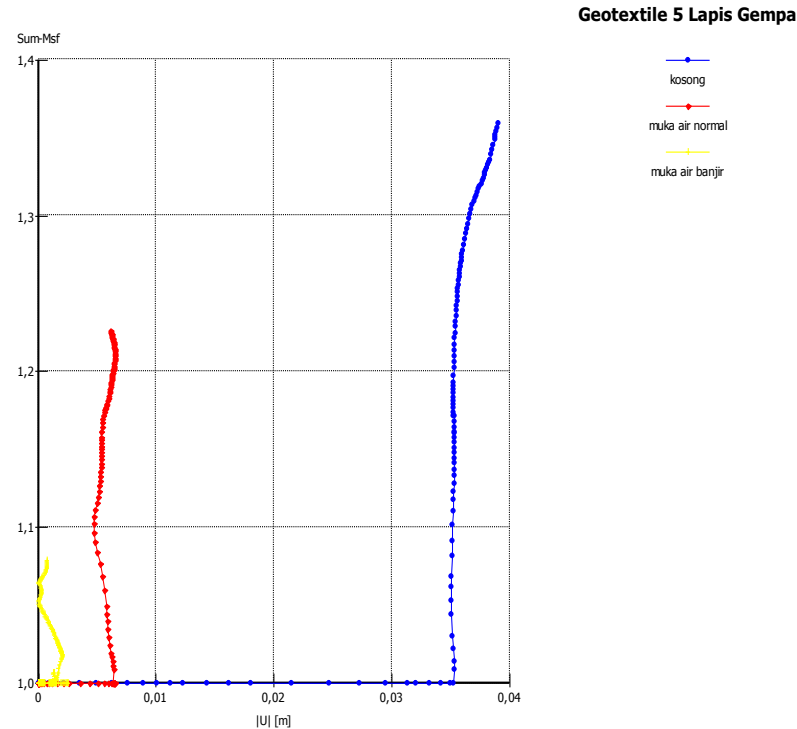
Gambar 5.52 *Total displacement* muka air normal dengan pengaruh gempa



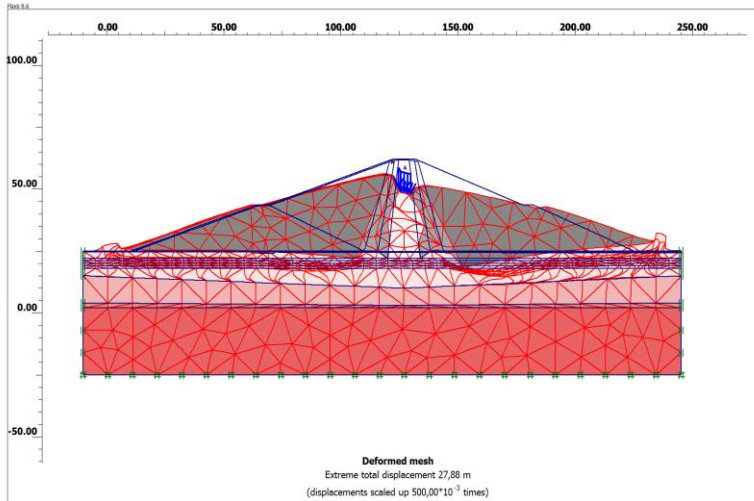
Gambar 5.53 Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa



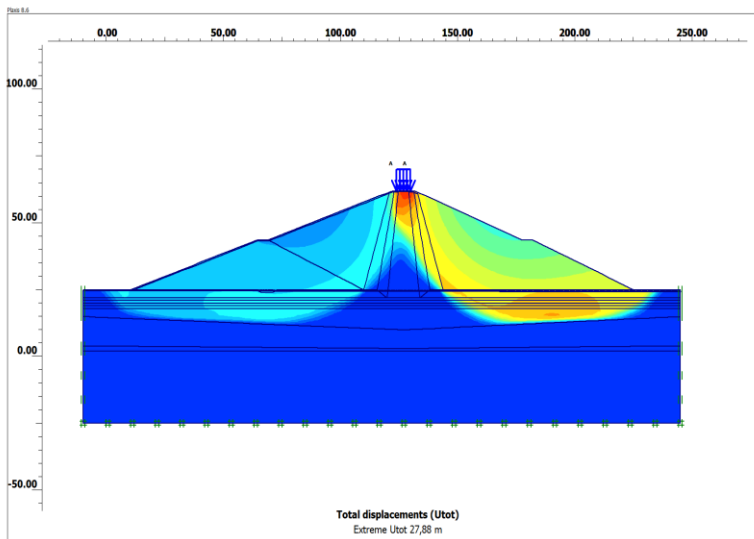
Gambar 5.54 *Total displacement* muka air banjir dengan pengaruh gempa



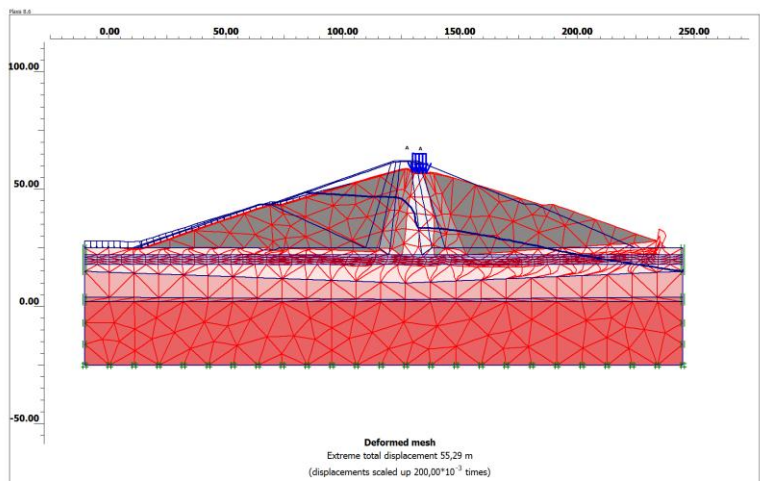
Gambar 5.55 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis
Geotextile 5 Lapis Gempa



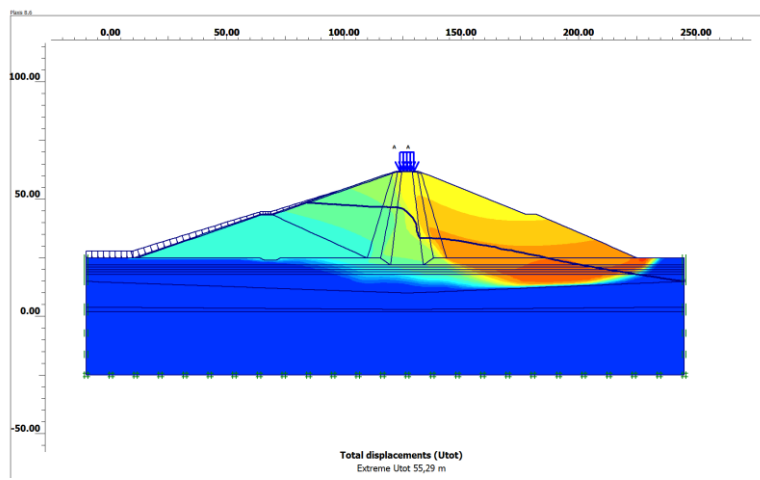
Gambar 5.56 Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa



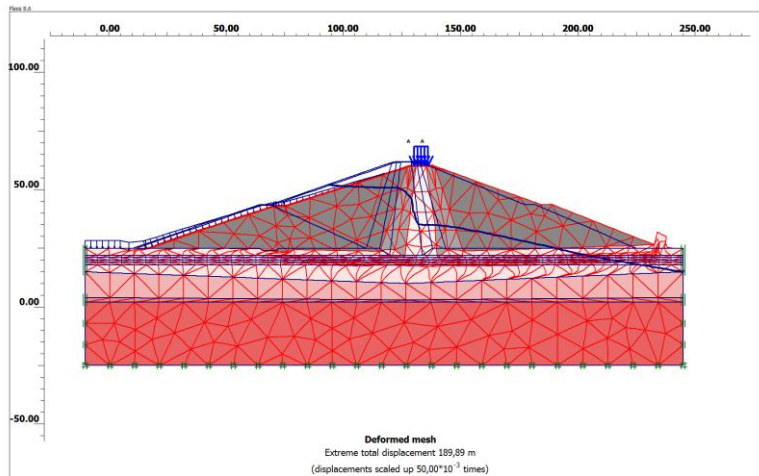
Gambar 5.57 *Total displacement* muka air kosong tanpa pengaruh gempa



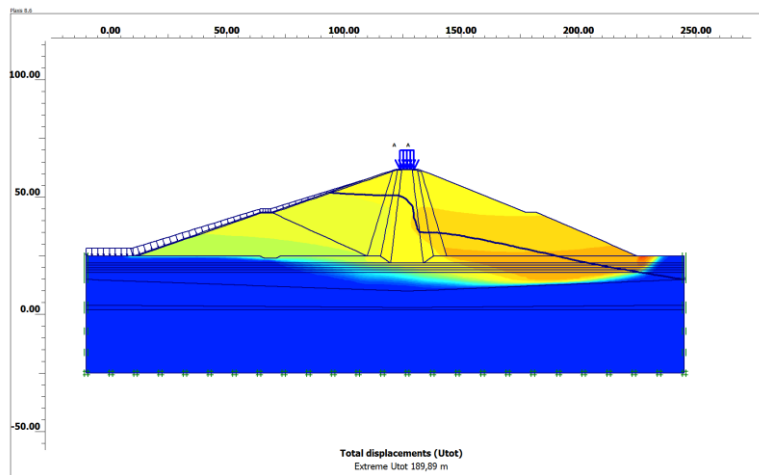
Gambar 5.58 Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa



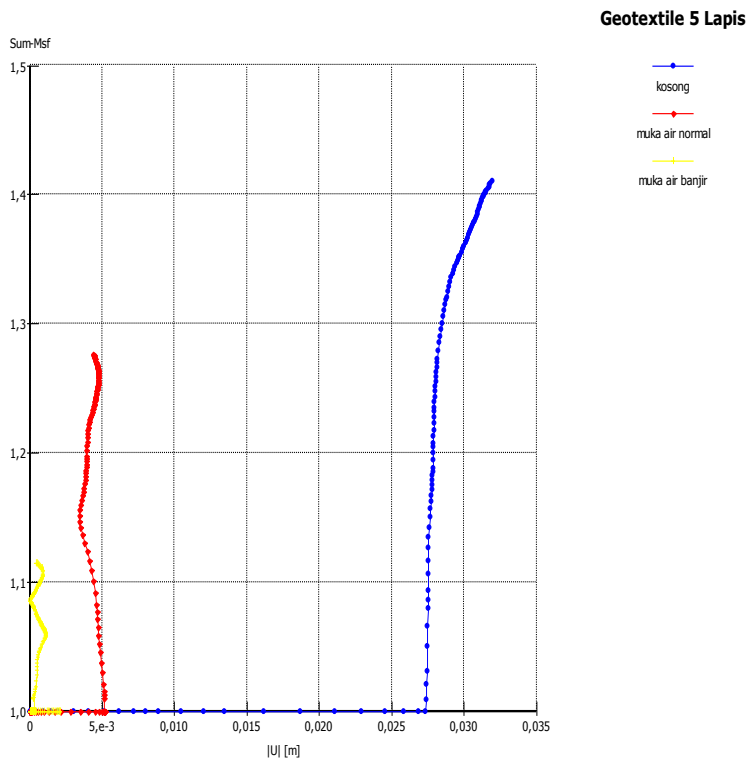
Gambar 5.59 *Total displacement* muka air normal tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.60 Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.61 *Total displacement* muka air banjir tanpa pengaruh gempa



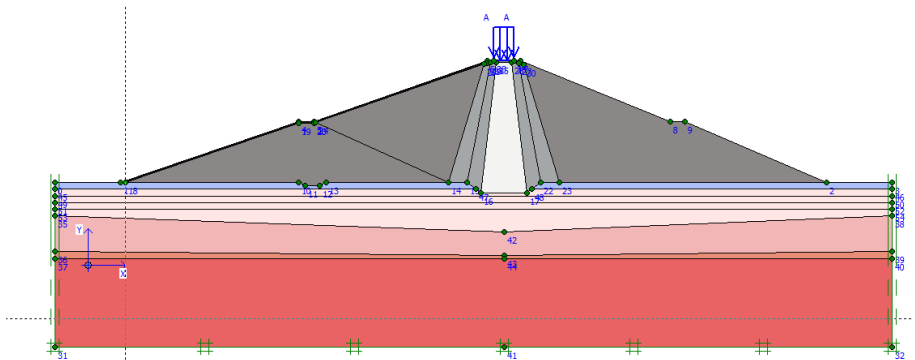
Gambar 5.62 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis
Geotextile 5 Lapis

Tabel 5.5 Rekapitulasi SF Kondisi Penambahan Lapisan
Geotextile

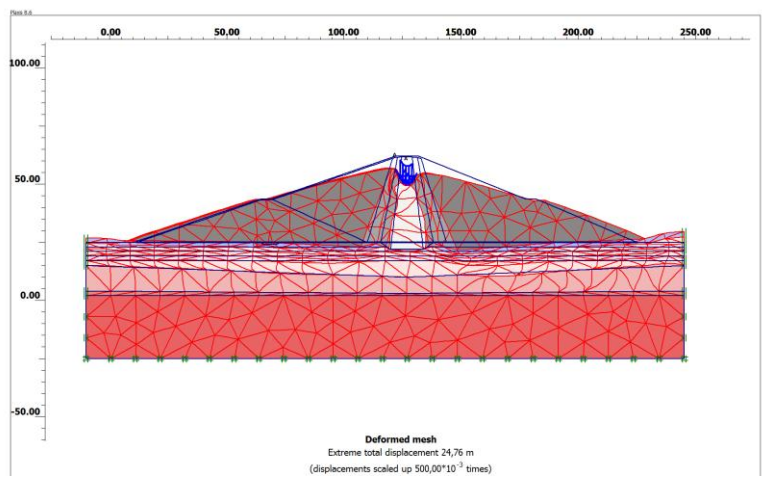
Kondisi	safety factor	
	Alternatif 3 (geotextile)	
	3 lapis	5 lapis
kondisi tanpa pengaruh gempa		
kosong (konstruksi)	1,4	1,411
Muka air normal	1,274	1,276
Muka air Banjir	1,105	1,115
Draw Down	1,105	1,115
kondisi dengan pengaruh gempa		
kosong (konstruksi)	1,359	1,359
Muka air normal	1,223	1,226
Muka air Banjir	1,09	1,079
Draw Down	1,09	1,079

5.3.4 Melakukan grouting pada dasar tubuh bendung (sedalam 2 m dari dasar bendung).

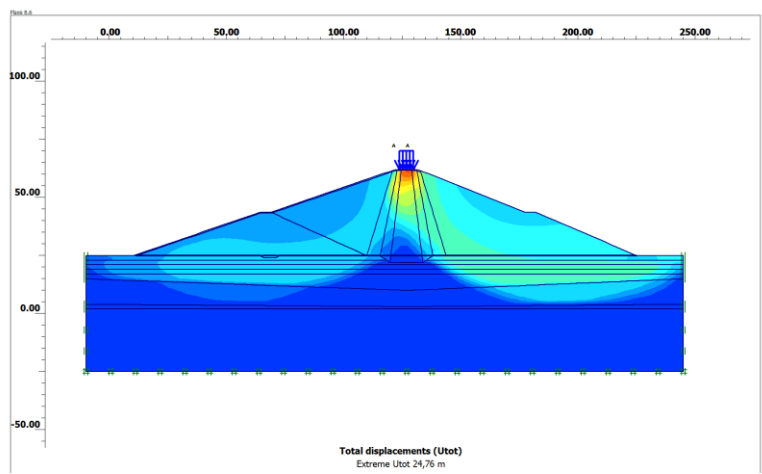
Direncanakan lapisan grouting sedalam 2 meter dari dasar bendung dengan asumsi peningkatan C_u mencapai 35 kN/m^2 . Dari analisa kondisi ini didapatkan hasil yang cukup baik dengan SF terkecil tanpa pengaruh gempa sebesar 1,947 dan dengan pengaruh gempa sebesar 1,9075 dengan demikian kondisi tubuh bendung ini memenuhi kriteria. Pada gambar 5.12 dan 5.13 terdapat hasil grafik dari nilai SF yang didapatkan. Untuk output mesh deformation akan diberikan pada lampiran.



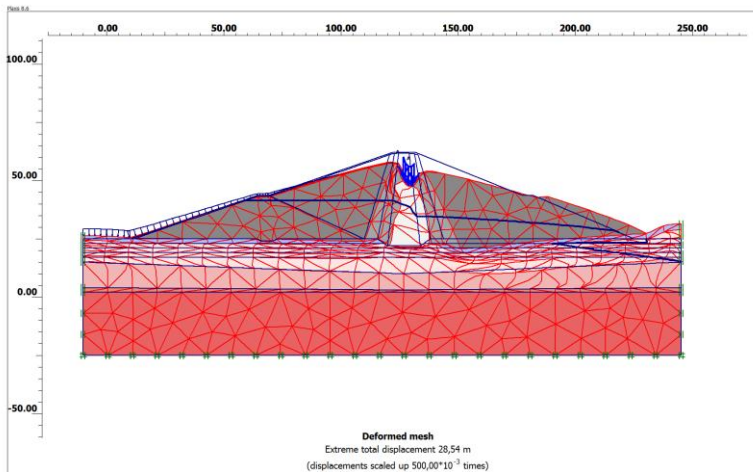
Gambar 5.63 Grouting konsolidasi sedalam 2 meter dari dasar bendung (lapisan berwarna biru)



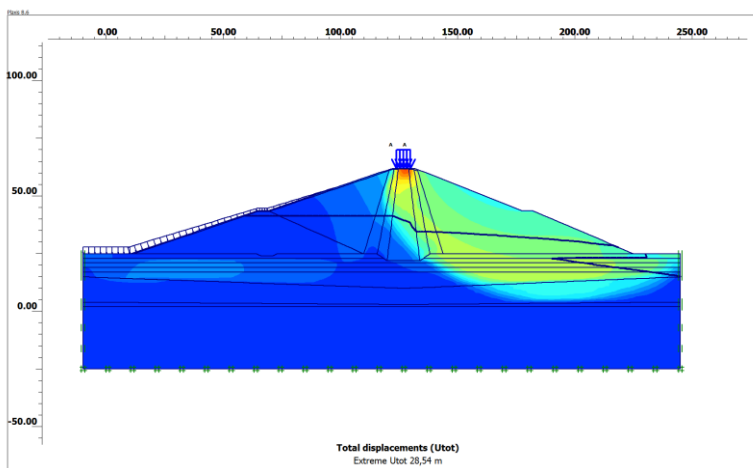
Gambar 5.64 Deformation mesh saat kosong dengan pengaruh gempa



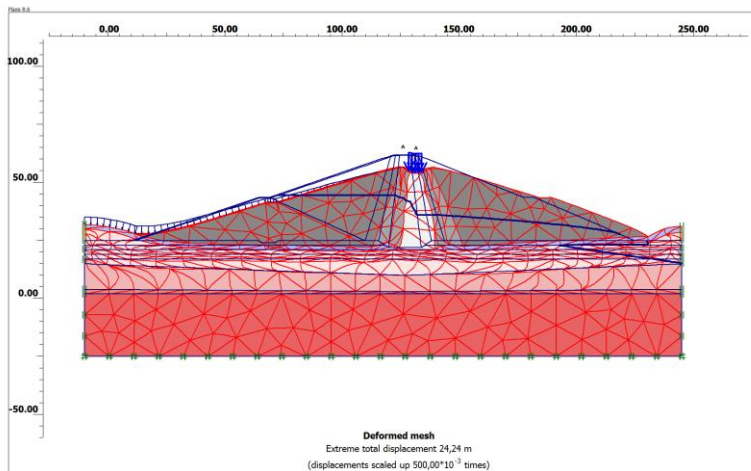
Gambar 5.65 *Total displacement* muka air kosong dengan pengaruh



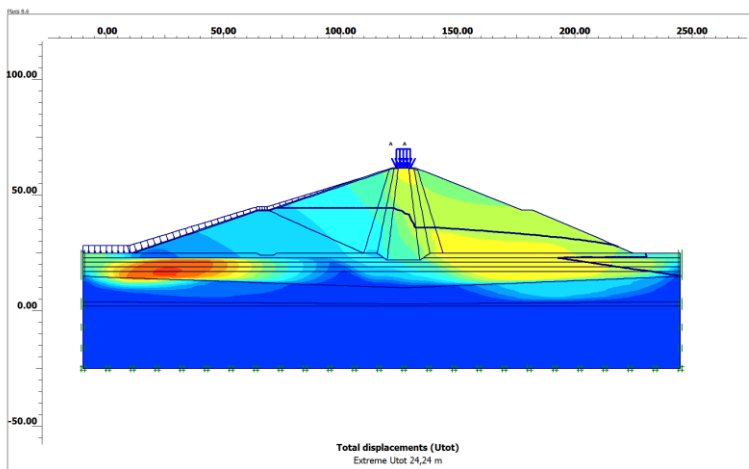
Gambar 5.66 Deformation mesh saat muka air normal dengan pengaruh gempa



Gambar 5.67 *Total displacement* muka air normal dengan pengaruh gempa

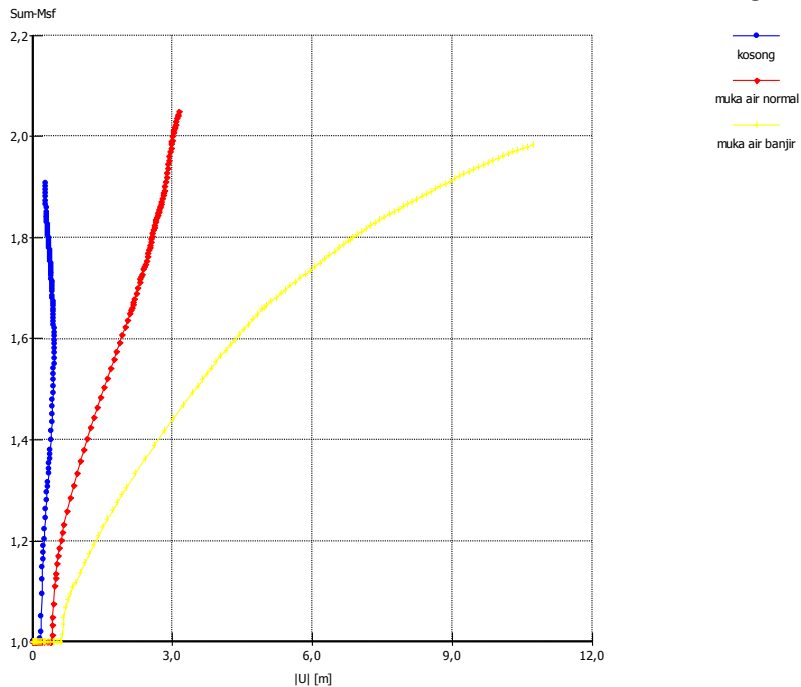


Gambar 5.68 Deformation mesh saat muka air banjir dengan pengaruh gempa

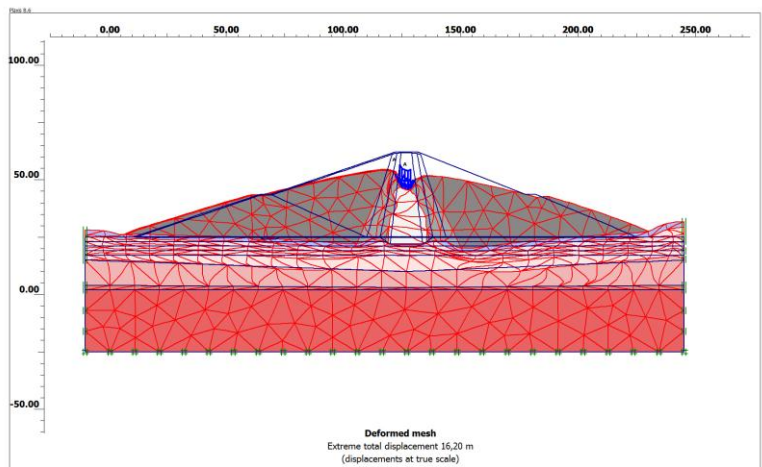


Gambar 5.69 Total displacement muka air banjir dengan pengaruh gempa

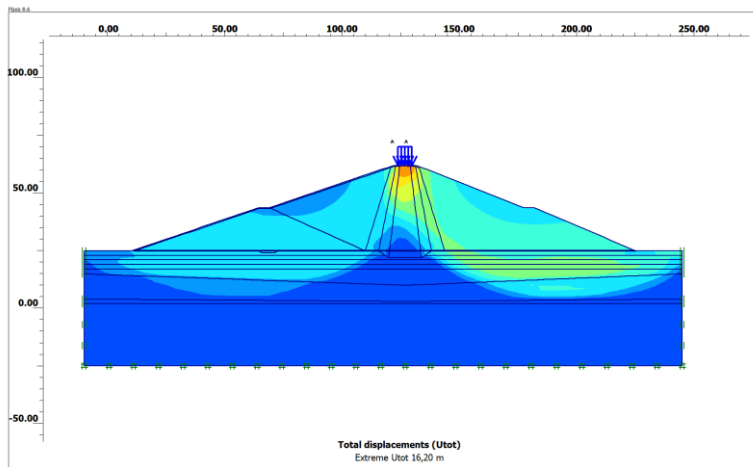
Grouting Gempa



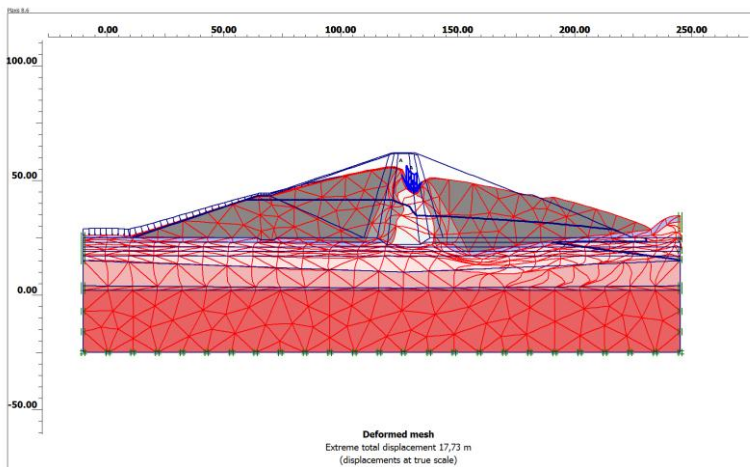
Gambar 5.70 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis
Grouting Gempa



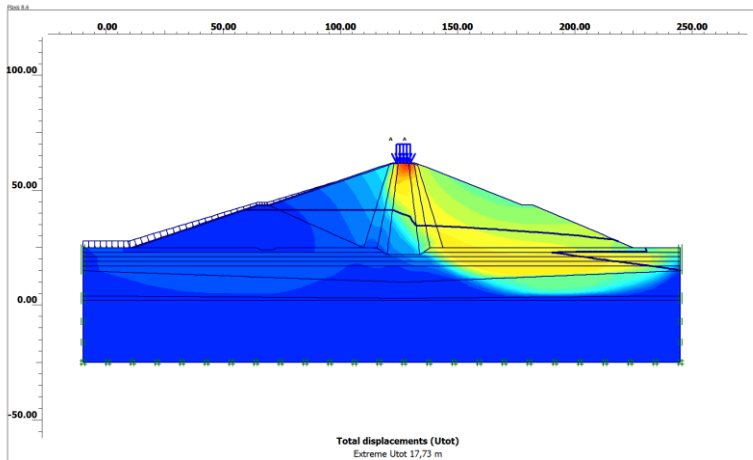
Gambar 5.71 Deformation mesh saat kosong tanpa pengaruh gempa



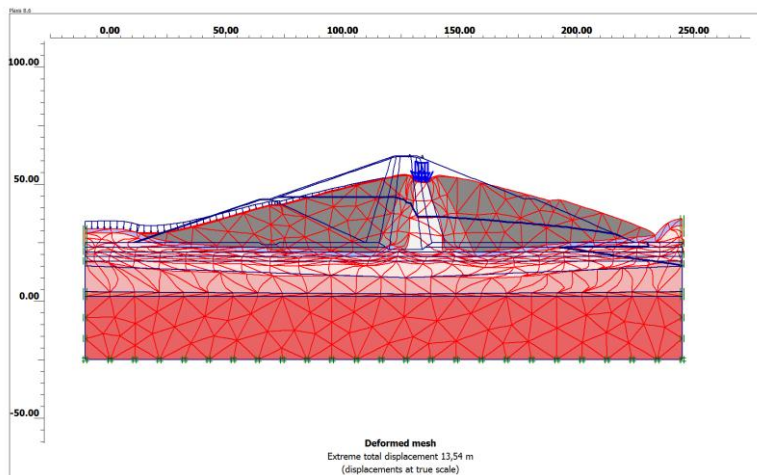
Gambar 5.72 *Total displacement* muka air kosong tanpa pengaruh gempa



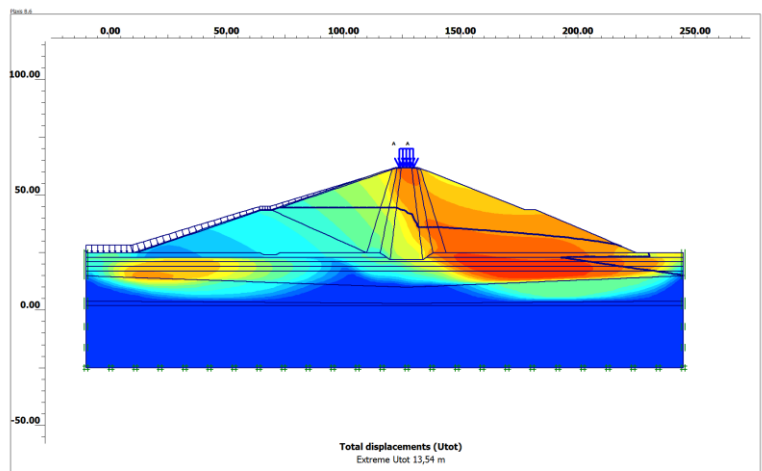
Gambar 5.73 Deformation mesh saat muka air normal tanpa pengaruh gempa



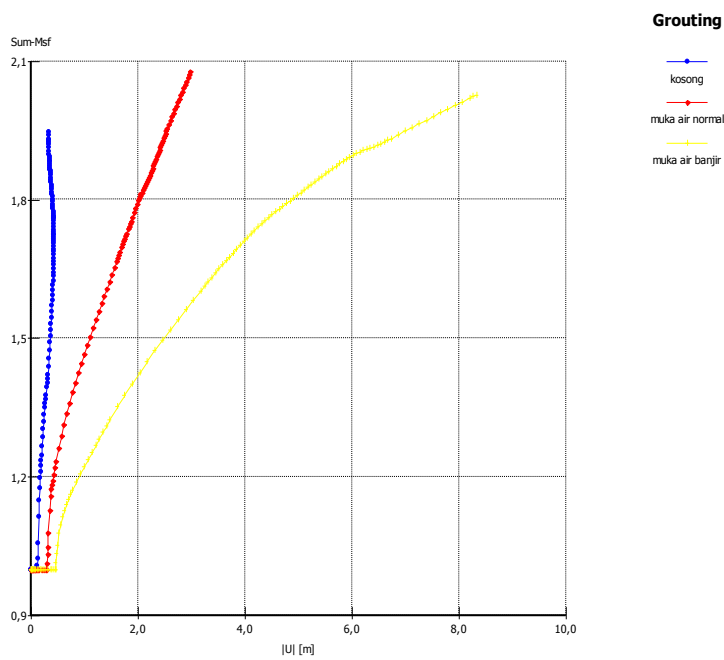
Gambar 5.74 *Total displacement* muka air normal tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.75 Deformation mesh saat muka air banjir tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.76 *Total displacement* muka air banjir tanpa pengaruh gempa



Gambar 5.77 Grafik Gabungan Nilai SF Analisa Plaxis

Tabel 5.6 Rekapitulasi SF Kondisi Penambahan Lapisan
Grouting

No.	Kondisi	safety factor
		alternatif 4
		grouting
	kondisi tanpa pengaruh gempa	
1	kosong (konstruksi)	1,947
2	Muka air normal	2,077
3	Muka air Banjir	2,027
4	Draw Down	1,947
	kondisi dengan pengaruh gempa	
1	kosong (konstruksi)	1,9075
2	Muka air normal	2,05
3	Muka air Banjir	1,982
4	Draw Down	1,9075

5.4 Analisa Stabilitas Pondasi Pelimpah

Pada tugas akhir ini, dihitung terkait kontrol stabilitas pada pondasi pelimpah yang terdiri dari kontrol sebagai berikut :

- a. Kontrol stabilitas guling
- b. Kontrol stabilitas geser
- c. Kontrol stabilitas piping
- d. Kontrol stabilitas daya dukung

Gambar 5.78 Pembagian luasan untuk perhitungan gaya berat
(gambar detail dapat dilihat pada lampiran 186)

Gambar 5.79 Gambar titik tinjauan uplift
(gambar detail dapat dilihat pada lampiran 87)

5.4.1 Perhitungan Berat Sendiri *spillway*

Gaya tekan ke atas (uplift pressure) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$G = \gamma_{\text{beton}} \times A$$

Tabel 5.7 Perhitungan Berat Sendiri *Spillway*

No Gaya	Dimensi			berat jenis (t/m ³)	Gaya (t)	Arah	Titik O	
	bentuk	panjang (m)	lebar (m)				Lengan (m)	Momen (tm)
G1	1	1,5	3,5	2,4	12,60	1	84,14	1060,164
G2	0,5	1,5	2	2,4	3,60	1	82,89	298,404
G3	1	49	1,5	2,4	176,40	1	58,86	10382,904
G4	1	13,86	19	2,4	632,02	1	24,58	15534,953
G5	0,5	17,65	16,76	2,4	354,98	1	11,77	4176,894
G6	1	34,33	2	2,4	164,78	1	17,65	2908,438
G7	1	10	2	2,4	48,00	1	29,33	1407,840
G8	0,5	1,45	2	2,4	3,48	1	23,85	82,986
G9	1	16,34	3,51	2,4	137,65	-1	5,83	-802,489
G10	1	37,31	2	2,4	179,09	-1	30,45	-5453,230
G11	0,5	33,31	3	2,4	119,92	-1	22,71	-2723,692
G12	0,5	2	2	2,4	4,80	-1	45,59	-218,816
G13	1	2	2	2,4	9,60	-1	47,92	-460,032
G14	1	2	2	2,4	9,60	-1	47,92	-460,032
G15	0,5	2	2	2,4	4,80	-1	45,59	-218,816
G16	0,5	1,9	1,88	2,4	4,29	-1	26,02	-111,546
G17	1	1,47	1,88	2,4	6,63	-1	24,67	-163,627
G18	0,5	2,5	1,33	2,4	3,99	-1	10,31666667	-41,164
G19	0,5	1,53	1,52	2,4	2,79	1,00	0,51	1,423
							Σ Momen =	25200,563

5.4.2 Perhitungan Gaya Uplift

Tabel 5.8 Perhitungan Gaya *Uplift* Muka Air Normal

No	Titik	Garis	Panjang Rembesan				ΔH	ΣL	Lt*ΔH/Σt	Hx	Ux
			LV	LH	1/3LH	Lt					
1	A						23	78,6	0	19	19
2	B	A-B	3,5	0	0,0	3,5	23	78,6	1,024	22,5	21,476
3	C	B-C	3,5	1,5	0,5	4,0	23	78,6	1,170	22,5	21,330
4	D	C-D	5,5	3	1,0	6,5	23	78,6	1,902	20,5	18,598
5	E	D-E	5,5	50,57	16,9	22,4	23	78,6	6,541	20,5	13,959
6	F	E-F	8	50,57	16,9	24,9	23	78,6	7,273	23	15,727
7	G	F-G	8	60,57	20,2	28,2	23	78,6	8,248	23	14,752
8	H	G-H	10	62,02	20,7	30,7	23	78,6	8,975	21	12,025
9	I	H-I	10	83,37	27,8	37,8	23	78,6	11,057	21	9,943
10	J	I-J	23	96,52	32,2	55,2	23	78,6	16,143	34	17,857
11	K	J-K	26	129,83	43,3	69,3	23	78,6	20,269	31	10,731
12	L	K-L	28	131,83	43,9	71,9	23	78,6	21,049	33	11,951
13	M	L-M	28	133,83	44,6	72,6	23	78,6	21,244	33	11,756
14	N	M-N	34	133,83	44,6	78,6	23	78,6	23,000	27	4

Tabel 5.9 Perhitungan *Uplift* Vertikal Muka Air Normal

Uplift vertikal ↑									
Bidang	Nama Gaya	Titik		Lebar (m)	Luasan (m2)	Gaya (t)	Arah	Jangan (m)	Mx (tm)
B-C	U3	21,476	21,330	1,50	0.5*1.5*(21.654-21.533)	0,110	-1	84,390	-9,259
					1*1.5*(21.533-0)	31,994	-1	84,140	-2700,016
C-D	U4a	21,330	18,598	1,50	0.5*1.5*(21.533-18.929)	2,049	-1	82,890	-169,296
					1*1.5*(18.929-0)	27,897	-1	82,640	-2312,408
D-E	U5	18,598	13,959	47,57	0.5*45.57*(18.929-15.096)	110,348	-1	66,033	-6411,780
					1*45.57*(15.929-0)	664,020	-1	58,105	-43847,478
F-G	U7	15,727	14,752	10,00	0.5*10*(16.992-16.186)	4,876	-1	30,987	-142,976
					1*10*(16.186-0)	147,521	-1	29,320	-4571,174
G-H	U8a	14,752	12,025	1,45	0.5*1.45*(16.186-13.586)	1,977	-1	23,837	-46,642
					1*1.45*(13.586-0)	17,437	-1	23,595	-415,639
H-I	U9	12,025	9,943	21,35	0.5*21.35*(13.586-11.866)	22,228	-1	15,753	-271,067
					1*21.35*(11.866-0)	212,289	-1	12,195	-3344,255
I-J	U10a	9,943	17,857	13,15	0.5*13.15*(-20.665-11.866)	52,034	1	7,227	261,991
					1*1.5*(11.866-0)	130,754	1	5,035	944,915
J-K	U11a	17,857	10,731	33,31	0.5*33.31*(20.665-14.256)	118,690	1	22,713	3354,780
					1*33.31*(14.256-0)	357,442	1	28,265	8118,706
K-L	U12a	10,731	11,951	2,00	0.5*2*(14.256-15.611)	1,220	1	46,253	56,012
					1*2*(15.611-0)	21,462	1	45,920	992,669
L-M	U13	11,951	11,756	2,00	0.5*2*(15.611-15.45)	0,195	1	47,587	9,347
					1*2*(15.45-0)	23,511	1	47,920	1118,810
Σ Momen =								-49384,757	

Tabel 5.10 Perhitungan *Uplift* Horizontal Muka Air Normal

Uplift Horizontal →									
Bidang	Nama Gaya	Titik		Lebar (m)	Luasan (m2)	Gaya (t)	Arah	Jengan (m)	Mx (tm)
A-B	U2	19,000	21,476	3,50	0.5*3.5*(21.654-19.00)	4,33	1	2,333	10,110
					1*3.5*(19.00-0)	66,50	1	1,750	116,375
E-F	U6	13,959	15,727	2,50	0.5*2.5*(16.992-15.096)	2,21	1	3,167	7,000
					1*2*(15.096-0)	34,90	1	2,750	95,967
I-J	U10b	9,943	17,857	13,00	0.5*13.5*(20.665-11.866)	51,44	1	10,667	548,699
					1*13.5*(11.866-0)	129,26	1	8,500	1098,731
K-L	U12b	10,731	11,951	2,00	0.5*2*(15.611-14.256)	1,22	1	13,333	16,264
					1*2*(14.256-0)	21,46	1	13,000	279,000
Σ Momen =									2172,146
Uplift bidang Horizontal ←									
Bidang	Nama Gaya	Titik		Lebar (m)	Luasan (m2)	Gaya (t)	Arah	Jengan (m)	Mx (tm)+K98
C-D	U4b	21,330	18,598	2,00	0.5*2*(21.533-18.929)	2,73	-1	2,833	-7,739
					1*2*(18.929-0)	37,20	-1	2,500	-92,991
G-H	U8b	14,752	12,025	2,00	0.5*2*(16.186-13.586)	2,73	-1	3,333	-9,089
					1*2*(13.586-0)	24,05	-1	3,000	-72,153
J-K	U11b	17,857	10,731	3,00	0.5*3*(20.665-14.256)	10,69	-1	14,000	-149,654
					132*(14.256-0)	32,19	-1	13,500	-434,597
M-N	U14	11,756	4,000	6,00	0.5*6*(15.45-8.00)	23,27	-1	12,000	-279,198
					1*2*(8.00-0)	24,00	-1	11,000	-264,000
Σ Momen =									-1309,421

Tabel 5.11 Perhitungan Gaya *Uplift* Muka Air Banjir

Tabel 5.13 Perhitungan *Uplift* Horizontal Muka Air Banjir

Uplift Horizontal →									
Bidang	Nama Gaya	Titik		Lebar (m)	Luasan (m2)	Gaya (t)	Arah	Lengan (m)	Mx (tm)
A-B	U2	19,000	21,253	3,50	0.5*3.5*(21.654-19.00)	3,94	1	2,333	9,201
					1*3.5*(19.00-0)	66,50	1	1,750	116,375
E-F	U6	12,537	14,146	2,50	0.5*2.5*(16.992-15.096)	2,01	1	3,167	6,371
					1*2*(15.096-0)	31,34	1	2,750	86,191
I-J	U10b	7,540	14,348	13,00	0.5*13.5*(20.665-11.866)	44,25	1	10,667	472,039
					1*13.5*(11.866-0)	98,02	1	8,500	833,129
K-L	U12b	6,324	7,375	2,00	0.5*2*(15.611-14.256)	1,05	1	13,333	14,002
					1*2*(14.256-0)	12,65	1	13,000	164,435
Σ Momen =									1701,743
Uplift bidang Horizontal ←									
Bidang	Nama Gaya	Titik		Lebar (m)	Luasan (m2)	Gaya (t)	Arah	Lengan (m)	Mx (tm)+K98
C-D	U4b	21,075	18,185	2,00	0.5*2*(21.533-18.929)	2,89	-1	2,833	-8,190
					1*2*(18.929-0)	36,37	-1	2,500	-90,924
G-H	U8b	12,959	10,075	2,00	0.5*2*(16.186-13.586)	2,88	-1	3,333	-9,615
					1*2*(13.586-0)	20,15	-1	3,000	-60,447
J-K	U11b	14,348	6,324	3,00	0.5*3*(20.665-14.256)	12,04	-1	14,000	-168,492
					132*(14.256-0)	18,97	-1	13,500	-256,139
M-N	U14	7,137	-1,000	6,00	0.5*6*(15.45-8.00)	24,41	-1	12,000	-292,937
					1*2*(8.00-0)	-6,00	-1	11,000	66,000
Σ Momen =									-820,744

5.4.3 Gaya horizontal akibat tekanan tanah samping

Besarnya gaya akibat tekanan tanah samping sama besarnya baik pada kondisi muka air normal maupun muka air banjir.

$$\begin{aligned}
 \text{Data tanah : } \gamma_{\text{sat}} &= 1,786 \text{ t/m} \\
 \phi &= 0^\circ \\
 C &= 0,075 \text{ kg/cm}^2 = 0,75 \text{ t/m}^2 \\
 K_a &= \tan^2 (45 - \phi/2) \\
 &= \tan^2 (45 - 0) \\
 &= 1 \\
 K_p &= \tan^2 (45 + \phi/2) \\
 &= \tan^2 (45 + 0) \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

a. Tekanan tanah aktif

$$\begin{aligned}
 Pa &= \frac{1}{2} \cdot Hx^2 \cdot (\gamma_{\text{sat}} - 1) \cdot K_a - 2 \cdot c \sqrt{K_a} \cdot Hx \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot (1,768 - 1) \cdot 1 - 2 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{1} \cdot 3,5
 \end{aligned}$$

$$= 14.23 \text{ t/m}$$

- b. Tekanan tanah pasif

$$\begin{aligned} Pp &= \frac{1}{2} \cdot Hx^2 \cdot (\gamma_{sat} - 1) \cdot Kp - 2 \cdot c \cdot \sqrt{Kp} \cdot Hx \\ &= \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot (1,768 - 1) \cdot 1 - 2 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{1} \cdot 6 \\ &= 89.39 \text{ t/m} \end{aligned}$$

5.4.4 Perhitungan tekanan air luar (hidrostatik) (Pw) dan beban air (Ww)

- a. Tekanan air luar (Pw)

$$\begin{aligned} Pw &= 0,5 \cdot Hw \cdot \gamma_w \cdot Hw \\ &= 0,5 \times 19 \times 1 \times 19 \\ &= 180,5 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= Pw \times \frac{1}{3} Hw \\ &= 180,5 \times \frac{1}{3} \cdot 19 \\ &= 1143,17 \text{ t/m} \end{aligned}$$

- b. Beban Air (Ww)

$$\begin{aligned} Ww &= \gamma_w \cdot (Hw + P) \cdot \text{panjang pelimpah} \\ &= 1 \times 24 \times 50,57 \\ &= 1213,68 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= Pw \times \text{panjang pelimpah} \\ &= 1213,68 \times \left(\frac{1}{2} \cdot 50,57 + 34,32 \right) \\ &= 72341,4 \text{ t/m} \end{aligned}$$

5.4.5 Kontrol Guling

Kontrol terhadap guling dilakukan pada dua kondisi yaitu pada saat muka air normal atau saat muka air banjir. Titik acuan pada bangunan pelimpah direncanakan pada titik O dan dicari momen yang menyebabkan guling dan momen yang menahannya.

1. Kondisi Muka Air Normal

Perhitungan momen yang bekerja terhadap titik O dapat dilihat pada tabel 5.14 .Untuk momen uplift sudah diperhitungkan pada perhitungan sebelumnya.

Tabel 5.14 Kontrol Guling Muka Air Normal

No	Faktor Gaya	Nama Gaya	Besar Gaya	Momen dorong	Momen penahan
1	Berat sendiri	G1	12,60		1060,164
		G2	3,60		298,404
		G3	176,40		10382,904
		G4	632,02		15534,953
		G5	354,98		4176,894
		G6	164,78		2908,438
		G7	48,00		1407,840
		G8	3,48		82,986
		G9	137,65	802,489	
		G10	179,09	5453,230	
		G11	119,92	2723,692	
		G12	4,80	218,816	
		G13	9,60	460,032	
		G14	9,60	460,032	
		G15	4,80	218,816	
		G16	4,29	111,546	
		G17	6,63	163,627	
		G18	3,99	41,164	
		G19	2,79		1,423
2	Gaya Uplift	Uplift (V)		49384,757	
		Uplift (H)		1309,421	2172,146
3	Tekanan Tanah	Pa	14,224875		33,191375
		Pp	715,104	715,104	
4	Tekanan Hidrostatik	Pw	180,5	1143,166667	
		Ww	960,83		57270,27215
		Jumlah		63205,89176	95329,61538

$$SF = \frac{\text{Momen Penahan}}{\text{Momen Dorong}} > 1,2$$

$$\frac{95329,62}{63205,89} > 1,2$$

$$1,508 > 1,2 \quad \text{OK !}$$

2. Kondisi Muka Air Banjir

Tabel 5.15 Kontrol Guling Muka Air Banjir

No	Faktor Gaya	Nama Gaya	Besar Gaya	Momen dorong	Momen penahan
1	Berat sendiri	G1	12,60		1060,164
		G2	3,60		298,404
		G3	176,40		10382,904
		G4	632,02		15534,953
		G5	354,98		4176,894
		G6	164,78		2908,438
		G7	48,00		1407,840
		G8	3,48		82,986
		G9	137,65	802,489	
		G10	179,09	5453,230	
		G11	119,92	2723,692	
		G12	4,80	218,816	
		G13	9,60	460,032	
		G14	9,60	460,032	
		G15	4,80	218,816	
		G16	4,29	111,546	
		G17	6,63	163,627	
		G18	3,99	41,164	
		G19	2,79		1,423
2	Gaya Uplift	Uplift (V)		48930,762	
		Uplift (H)		820,744	1701,743
3	Tekanan Tanah	Pa	14,224875		33,191375
		Pp	715,104	715,104	
4	Tekanan Hidrostatik	Pw	180,5	1143,166667	
		Ww	1213,68		72341,3964
		Jumlah		62263,22036	109930,3365

$$SF = \frac{\text{Momen Penahan}}{\text{Momen Dorong}} > 1,2$$

$$\frac{109930,15}{62263,22} > 1,2$$

$$1,766 > 1,2 \quad \text{OK !}$$

5.4.6 Perhitungan kontrol geser

1. Kondisi Muka Air Normal

Tabel 5.16 Kontrol Geser Muka Air Normal

	GAYA HORIZONTAL		GAYA VERTIKAL		UPLIFT (V)	
→	Pa	14,224875	G1	12,60	U3	0,110
←	Pp	715,104	G2	3,60	0	31,994
→	Pw	180,5	G3	176,40	U4a	2,049
→	U2	4,33	G4	632,02	U4a	27,897
		66,50	G5	354,98		110,348
	U6	2,21	G6	164,78	U5	664,020
		34,90	G7	48,00		4,876
	U10b	51,44	G8	3,48	U7	147,521
		129,26	G9	137,65		1,977
	U12b	1,22	G10	179,09	U8a	17,437
		21,46	G11	119,92		22,228
	U4b	2,73	G12	4,80	U9	212,289
		37,20	G13	9,60		52,034
←	U8b	2,73	G14	9,60	U10a	130,754
		24,05	G15	4,80		118,690
	U11b	10,69	G16	4,29	U11a	357,442
		32,19	G17	6,63		1,220
	U14	23,27	G18	3,99	U12a	21,462
		24,00	G19	2,79		0,195
	ΣH	-365,91	Ww	960,83	U13	23,511
			ΣV	2839,84	ΣU(v)	1948,054

$$SF = \frac{\Sigma(V - U)}{\Sigma H} > 1,2$$

$$\frac{(2839,84 - 1948,054)}{2839,84} > 1,2$$

$$2,437 > 1,2 \quad \text{OK !}$$

2. Kondisi Muka Air Banjir

Tabel 5.17 Kontrol Geser Muka Air Banjir

Arah	GAYA HORIZONTAL		GAYA VERTIKAL		UPLIFT (V)	
→	Pa	1,287	G1	12,60	U3	0,134
←	Pp	149,184	G2	3,60	0	31,613
→	Pw	180,5	G3	176,40	U4a	2,168
→	U2	3,94	G4	632,02	U5	27,277
		66,50	G5	354,98		134,337
	U6	2,01	G6	164,78	U7	596,376
		31,34	G7	48,00		5,936
	U10b	44,25	G8	3,48	U8a	129,590
		98,02	G9	137,65		2,091
	U12b	1,05	G10	179,09	U9	14,608
		12,65	G11	119,92		27,060
	U4b	2,89	G12	4,80	U10a	160,971
		36,37	G13	9,60		44,764
←	U8b	2,88	G14	9,60	U11a	99,146
		20,15	G15	4,80		133,631
	U11b	12,04	G16	4,29	U12a	210,667
		18,97	G17	6,63		1,050
	U14	24,41	G18	3,99	U13	12,649
		-6,00	G19	2,79		0,237
	ΣH	180,65	Ww	1213,68	U13	14,274
			ΣV	3092,69		1648,580

$$SF = \frac{\Sigma(V - U)}{\Sigma H} > 1,2$$

$$\frac{(3092,69 - 1648,58)}{180,65} > 1,2$$

$$4,767 > 1,2 \quad \text{OK !}$$

5.4.7 Kontrol stabilitas piping

Tabel 5.18 Kontrol Piping Muka Air Normal

Lv =	34	m		
LH =	133,83	m		
H =	23	m		
CL =	$(Lv+1/3LH)/H$			
CL =	3,418	>	2	OK

Tabel 5.19 Kontrol Piping Muka Air Banjir

Lv =	34	m		
LH =	133,83	m		
H =	28	m		
CL =	$(Lv+1/3LH)/H$			
CL =	2,808	>	2	OK

5.4.8 Kontrol terhadap daya dukung tanah

Kontrol terhadap daya dukung tanah dilakukan dua kondisi yaitu saat muka air normal dan saat muka air banjir. Daya dukung dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$q_{ult} = c \cdot N_c + \gamma' z N_q + 0,5 B N_\gamma$$

Diketahui :

c	= 0,75 t/m ²	z	= 3,5
N _c	= 5,14	L	= 1 m
N _q	= 1	B	= 133,81 m
N _γ	= 0		

$$q_{ult} = c \cdot N_c + \gamma' z N_q + 0,5 B N_\gamma$$

$$q_{ult} = 0,75 \cdot 5,14 + 0,786 \cdot 3,5 \cdot 1 + 0$$

$$q_{ult} = 6,606 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{q_{ult}}{SF} = \frac{6,606}{3} = 2,202 \text{ t/m}^2$$

$$e = \frac{\Sigma M}{\Sigma V} - \frac{B}{2} = \frac{47667,12}{1444,11} - \frac{133,81}{2} = 33,9 \text{ m}$$

Diketahui σ_{max} terjadi pada muka air banjir sehingga kontrol faktor keamanan diambil dari ΣV pada saat muka air banjir sebesar kemudian dibandingkan dengan σ_{ijin} sebesar 2,202 t/m², jika σ_{max} lebih kecil dari σ_{ijin} maka spillway aman terhadap daya dukung, namun jika σ_{max} lebih besar dari σ_{ijin} maka diperlukan perkuatan tiang pancang untuk perkuatan dasar spillway.

Maka :

$$\begin{aligned}\sigma_{max} &= \frac{4V}{3L(B - 2e)} \\ &= \frac{4 \times 1444,109}{3 \times 1 \times (133,81 - 2 \times 33,9)} \\ &= 29,167 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Dengan demikian :

$$\begin{aligned}\sigma_{max} &> \sigma_{ijin} \\ 29,167 &> 2,202\end{aligned}$$

Sehingga perlu diberikan perkuatan tiang pancang pada dasar spillway.

5.4.9 Perencanaan Tiang Pancang

Direncanakan tiang pancang berada pada dasar spillway dengan diameter 0,3 meter sedalam tanah keras pada 24 meter, dari perhitungan daya dukung berdasarkan data SPT didapatkan Pijin sebesar 43,78 ton per tiang pancang (tabel perhitungan pada

lampiran halaman 188). Sehingga kebutuhan tiang pancang adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{\Sigma V \times L_{spillway}}{P \text{ ijin}} = \frac{1444,109 \frac{t}{m} \times 214 \text{ m}}{43,05 \text{ t}} = 7179 \text{ buah}$$

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Kondisi tanah di bawah bendungan Way Apu 15 meter di bawah bendung berupa lempung hingga kedalaman 10-15 meter, lebih dalam lagi berupa pasir hingga mencapai tanah keras.
2. Besar Pemampatan yang terjadi pada yaitu zona barat = 1,44 m, zona tengah = 1,76 m, dan zona timur = 1,21 m
3. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% ($U=90\%$) besarnya yaitu zona barat = 4,44 tahun, zona tengah = 6,941 tahun dan zona timur = 4,46 tahun.
4. Didapatkan tinggi timbunan awal pada yaitu pada zona barat = 43 m, zona tengah = 43,4 m dan zona timur = 42,8 m.
5. Hasil analisa stabilitas tubuh bendung pada kondisi eksisting tidak memenuhi kriteria desain bendungan dari PU, sehingga harus dilakukan perkuatan pada tanah dasar. Berikut rekapitulasi hasil analisisnya :

No.	Kondisi	safety factor				
		eksisting	replace top layer	Alternatif 3 (geotextile)		alternatif 4
			2m	3 lapis	5 lapis	grouting
	kondisi tanpa pengaruh gempa					
1	kosong (konstruksi)	1,399	1,906	1,4	1,411	1,947
2	Muka air normal	1,303	2,029	1,274	1,276	2,077
3	Muka air Banjir	1,117	1,988	1,105	1,115	2,027
4	Draw Down	1,117	1,906	1,105	1,115	1,947
	kondisi dengan pengaruh gempa					
1	kosong (konstruksi)	1,3124	1,889	1,359	1,359	1,9075
2	Muka air normal	1,253	1,957	1,223	1,226	2,05
3	Muka air Banjir	1,086	1,998	1,09	1,079	1,982
4	Draw Down	1,086	1,889	1,09	1,079	1,9075

6. Dari hasil evaluasi didapatkan hasil jika perencanaan awal bendungan Way Apu masih belum memenuhi kriteria desain bendungan Departemen pekerjaan umum, sehingga dicoba beberapa alternatif percobaan dan didapatkan alternatif

perkuatan yang memenuhi kriteria desain adalah penggantian lapisan pasir sedalam 2 meter dan juga grouting konsolidasi pada dasar tubuh bendung.

7. Hasil analisa stabilitas pondasi spillway terhadap daya dukung diluar kriteria desain sehingga direncanakan perkuatan tiang pancang pada dasar spillway sebanyak 7179 buah.

6.2 Saran

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa, penulis memberikan saran yaitu :

1. Tinjauan gempa harus dilakukan secara periodik

DAFTAR PUSTAKA

- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. 1997. *Bendungan Tipe Urugan*. Jakarta : PT. Pradnya Paraminta
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 1*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 2*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*. Jakarta: Erlangga.
- Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga Direktorat Bina Teknik. 2010. *Perencanaan Teknik Jembatan*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum.
- Look, Burt. 2007. *Handbook of Geotechnical Invertigation and Design Tables*. London: Taylor & Francis Group.
- Mochtar, Noor Endah. 2012. *Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
- Weaver, K. D dan Bruce, D.A. 2007 *Dam Foundation Grouting*. USA : American Society of Civil Engineering
- Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga Direktorat Bina Teknik. 2005. *Pedoman Grouting untuk Bendungan*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum
- DELFT Unversity of Technology & Plaxis b.v 2002. *Manual Plaxis*. Netherland : A.A. Balkena Publishers

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

LAMPIRAN 1 **ANALISA STATISTIK PARAMETER TANAH**

Liquid Limit (LL)

Kedalaman (m)	LL	n	mean	std	LL
0-5	47,1	3	47,4333	2,1197	47,433
	45,5				
	49,7				
5-10	40,8	3	43,7000	2,9000	43,700
	46,6				
	43,7				
10-15	42,7	1	42,7000	-	42,700
	NP				
	NP				
15-20	NP	-	NP	-	NP
	NP				
	NP				
20-25	NP	-	NP	-	NP
	NP				
	NP				
25-30	NP	-	NP	-	NP
	NP				
	NP				
30-35	NP	-	NP	-	NP
	NP				
	NP				
35-40	NP	-	NP	-	NP
	NP				
	NP				
40-45	NP	-	NP	-	NP
	NP				
	NP				
45-50	NP	-	NP	-	NP
	NP				
	NP				

Indeks Plastisitas (PI)

Kedalaman (m)	PI	n	mean	std	PI
0-5	15,61	3	17,1467	2,7925	17,147
	15,46				
	20,37				
5-10	14,52	3	14,7400	1,0278	14,740
	15,86				
	13,84				
10-15	15,09	3	15,0900	-	15,090
	NP				
	NP				
15-20	NP	3	NP	-	NP
	NP				
	NP				
20-25	NP	3	NP	-	NP
	NP				
	NP				
25-30	NP	3	NP	-	NP
	NP				
	NP				
30-35	NP	3	NP	-	NP
	NP				
	NP				
35-40	NP	3	NP	-	NP
	NP				
	NP				
40-45	NP	3	NP	-	NP
	NP				
	NP				
45-50	NP	3	NP	-	NP
	NP				
	NP				

Specific Gravity (Gs)

Kedalaman (m)	Gs	n	mean	std	Gs
0-5	2,676	3	2,649	0,050	2,649
	2,592				
	2,68				
5-10	2,618	3	2,631	0,023	2,631
	2,617				
	2,658				
10-15	2,621	3	2,592	0,038	2,592
	2,549				
	2,606				
15-20	2,593	3	2,6263	0,0402	2,626
	2,671				
	2,615				
20-25	2,537	3	2,5737	0,0320	2,574
	2,588				
	2,596				
25-30	2,526	3	2,5630	0,0329	2,563
	2,574				
	2,589				
30-35	2,611	3	2,5797	0,0310	2,580
	2,549				
	2,579				
35-40	2,535	3	2,5653	0,0268	2,565
	2,586				
	2,575				
40-45	2,528	3	2,5447	0,0188	2,545
	2,541				
	2,565				
45-50	2,508	3	2,5560	0,0466	2,556
	2,559				
	2,601				

γ sat (t/m³)

Kedalaman (m)	γ sat (t/m ³)	n	mean	std	γ sat (t/m ³)
0-5	1,831	3	1,842	0,104	1,842
	1,952				
	1,744				
5-10	2,113	3	2,012	0,132	2,012
	1,863				
	2,059				
10-15	2,113	3	2,083	0,045	2,083
	2,105				
	2,032				
15-20	2,123	3	2,0890	0,0442	2,089
	2,039				
	2,105				
20-25	2,217	3	2,1670	0,0505	2,167
	2,116				
	2,168				
25-30	2,125	3	2,1187	0,0101	2,119
	2,107				
	2,124				
30-35	2,2	3	2,1510	0,0431	2,151
	2,119				
	2,134				
35-40	2,179	3	2,1730	0,0187	2,173
	2,152				
	2,188				
40-45	2,149	3	2,1307	0,0407	2,131
	2,084				
	2,159				
45-50	2,12	3	2,1567	0,0392	2,157
	2,198				
	2,152				

Wc (%)

Kedalaman (m)	Wc (%)	n	mean	std	Wc (%)
0-5	32,88	3	33,680	11,621	33,680
	22,48				
	45,68				
5-10	14,64	3	22,390	9,445	22,390
	32,91				
	19,62				
10-15	14,65	3	14,413	1,104	14,413
	13,21				
	15,38				
15-20	12,01	3	15,8000	5,7614	15,800
	22,43				
	12,96				
20-25	8,79	3	10,7800	2,7907	10,780
	13,97				
	9,58				
25-30	10,98	3	13,1933	2,0372	13,193
	14,99				
	13,61				
30-35	7,96	3	10,9933	2,7901	10,993
	11,57				
	13,45				
35-40	7,55	3	8,5967	1,8042	8,597
	10,68				
	7,56				
40-45	8,32	3	11,3900	3,3726	11,390
	15				
	10,85				
45-50	12,64	3	9,7400	2,9832	9,740
	6,68				
	9,9				

Cu (kg/cm²)

Kedalaman (m)	Cu (kg/cm2)	n	mean	std	Cu (kg/cm2)
0-5	0,1	3	0,090	0,017	0,090
	0,1				
	0,07				
5-10	0,125	3	0,123	0,003	0,123
	0,12				
	0,125				
10-15	0,15	3	0,067	0,072	0,067
	0,02				
	0,03				
15-20	0	3	0,0133	0,0231	0,013
	0				
	0,04				
20-25	0	3	0,0000	0,0000	0,000
	0				
	0				
25-30	0	3	0,0000	0,0000	0,000
	0				
	0				
30-35	0	3	0,0000	0,0000	0,000
	0				
	0				
35-40	0	3	0,0000	0,0000	0,000
	0				
	0				
40-45	0	3	0,0000	0,0000	0,000
	0				
	0				
45-50	0	3	0,0000	0,0000	0,000
	0				
	0				

C_v (cm²/detik)

Kedalaman (m)	C_v	n	mean	std	C_v (cm ² /s)
0-5	0,000818333	3	0,00082349	0,000037	0,000823
	0,000789532				
	0,000862599				
5-10	0,009194737	3	0,00928231	0,000380	0,009282
	0,008953624				
	0,009698563				
10-15	0,009194737	3	0,00911868	0,000293	0,009119
	0,00936599				
	0,00879532				

Sr

Kedalaman (m)	Sr	n	mean	std	Sr
0-5	86,52	3	90,133	6,215	90,133
	86,57				
	97,31				
5-10	84,41	3	91,797	7,139	91,797
	98,66				
	92,32				
10-15	84,2	3	80,017	6,877	80,017
	83,77				
	72,08				
15-20	74,53	3	82,0767	14,1143	82,077
	98,36				
	73,34				
20-25	72,18	3	75,1567	9,2130	75,157
	85,49				
	67,8				
25-30	77,68	3	84,7533	6,8881	84,753
	91,44				
	85,14				
30-35	60,77	3	75,2833	13,8176	75,283
	76,8				
	88,28				
35-40	63,37	3	65,4467	7,0290	65,447
	73,28				
	59,69				
40-45	63,71	3	77,9167	13,4890	77,917
	90,55				
	79,49				
45-50	91,34	3	71,3733	17,8956	71,373
	56,78				
	66				

Ø

Kedalaman (m)	Ø	n	mean	std	Ø
0-5	9	3	13,333	3,786	13
	15				
	16				
5-10	11	3	15,667	4,163	16
	17				
	19				
10-15	13	3	18,000	5,000	18
	18				
	23				
15-20	14	3	20,000	5,1962	20
	23				
	23				
20-25	24	3	24,667	0,5774	25
	25				
	25				
25-30	26	3	25,333	0,5774	25
	25				
	25				
30-35	26	3	26,000	0,0000	26
	26				
	26				
35-40	25	3	25,667	0,5774	26
	26				
	26				
40-45	26	3	26,000	0,0000	26
	26				
	26				
45-50	26	3	26,000	0,0000	26
	26				
	26				


e

Kedalaman (m)	e	n	mean	std	e
0-5	1,017	3	0,983	0,294	0,983
	0,673				
	1,258				
5-10	0,454	3	0,631	0,217	0,631
	0,873				
	0,565				
10-15	0,456	3	0,471	0,078	0,471
	0,402				
	0,556				
15-20	0,418	3	0,4963	0,1000	0,496
	0,609				
	0,462				
20-25	0,309	3	0,3663	0,0570	0,366
	0,423				
	0,367				
25-30	0,357	3	0,3977	0,0354	0,398
	0,422				
	0,414				
30-35	0,342	3	0,3730	0,0272	0,373
	0,384				
	0,393				
35-40	0,302	3	0,3350	0,0383	0,335
	0,377				
	0,326				
40-45	0,33	3	0,3670	0,0478	0,367
	0,421				
	0,35				
45-50	0,347	3	0,3460	0,0445	0,346
	0,301				
	0,39				

LAMPIRAN 2

BROSUR-BROSUR BAHAN MATERIAL YANG DIPAKAI

Spesifikasi *Geotextile*



POLYPROPYLENE WOVEN GEOTEXTILES

TECHNICAL SPESIFICATIONS


PROPERTIES	UNIT	TEST METHOD	UW - 150	UW - 200	UW - 250
Physical Properties					
Mass	g/m ²	ASTM D 5261-92	150	200	250
Thickness	mm	ASTM D 5199-91	0.5	0.6	0.7
Colour	-	-	Black	Black	Black
Mechanical Properties					
Strip Tensile Strength (Wrab/Welt)	kn/m	ASTM D 4596-94	37/35	42/39	52/52
Elongation at Max. Load (Wrab/Welt)	%	ASTM D 4596-94	19/18	20/20	20/20
Grap Tensile Strength (Wrab/Welt)	N	ASTM D 4632-91	1210/1200	1600/1600	1750/1750
Elongation at Max. Load (Wrab/Welt)	%	ASTM D 4632-91	14/13	22/22	22/22
Trapezoidal Tear Strength (Wrab/Welt)	N	ASTM D 4533-91	615/615	700/700	800/800
Hydraulic Properties					
Pore Size O ₉₅	µm	ASTM D 4751-95	320	275	250
Water Permeability	l/m ² /sec	100 mm water head	28	16	7.5
Environmental Properties					
Effect of soil Alkalinity	-	-	nil	nil	nil
Effect of soil Acidity	-	-	nil	nil	nil
Effect of Bacteria	-	-	nil	nil	nil
Effect of U.V. Light	-	-	Stabilized	Stabilized	Stabilized
Packaging					
Roll Length	m	-	150 - 200	150 - 200	150 - 200
Roll Width	m	-	3 x 4	3 x 4	3 x 4
Roll Area	m ²	-	640 - 750	640 - 760	640 - 760
Roll Diameter (Approx)	m	-	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5
Roll Weight (Approx)	kg	-	96 - 114	128 - 152	160 - 190





All information, illustration and specification are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes at any time without notice.

Distributed by :

PT. TEKNIINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1st Floor, Jl. Rungkut Industri Raya 10, Surabaya 60289
 Tel. 031-8475062 Fax. 031-8475063
 Email : info@geosistem.co.id
 Website : www.geosistem.co.id



GEOSISTEM CERTIFICATE NO. JAT 910101 CERTIFICATE NO. JAT 910101

Gambar 1. Spesifikasi *Geotextile* UnggulTex UW-250

Spesifikasi Grouting

Construction	Important Recommendations	Use Sika Grout 215 for repairs to concrete structure and grouting only. Minimum Gap: 10mm Maximum Gap: 50mm Minimum Application Temperature: 10 °C At temperature lower than 20 °C setting time and strength gain will be slower. Cure exposed mortar surface for at least 3 days with Anitsol E curing compound or use other approved curing methods.			
	Coverage/Consumption (approx.)	Sika Grout 1.84 kg Water (Litres) 0.31 Volume Mortar 1 lit.	25 kg 4.2 13.6 lit.	74 x 25 kg bag 309 1 m ³	
	Performance	Flow (British Standard Cone): 280 - 320 mm after 3 minutes 260 - 300 mm after 30 minutes (Keep on stirring slightly) Comprehensive Strength in MPa (N/mm ²): (Water content: 4.2 liters/25 kg bag. Testing & storage at 25 °C under water) 1 day : 38 3 days : 45 7 days : 55 28 days : 70			
	Technical Data				
	Form	Powder			
	Color	Grey			
	Bulk Density	1.64 kg/l			
	Wet Density	2.10 - 2.20 kg/l			
	Storage Condition	Store in a dry place			
	Shelf Life	15 months when unopened			
	Legal Notice	The information, and, in particular, the recommendations relating to the application and end-use of Sika products, are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with Sika's recommendations. In practice, the differences in materials, substrates and actual site conditions are such that no warranty in respect of merchantability or of fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any written recommendations, or from any other advice offered. The user of the product must test the product's suitability for the intended application and purpose. Sika reserves the right to change the properties of its products. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sale and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.			

Gambar 2. Spesifikasi *Grouting* Sikagrout 215 Pumpable
Non-Shrink Cementitious Grout

LAMPIRAN 3

PERHITUNGAN BESAR PEMAMPATAN (S_c) DAN TINGGI TIMBUNAN AWAL (H_{INITIAL})

1. PERHITUNGAN BESAR PEMAMPATAN (S_c) DAN TINGGI TIMBUNAN AWAL (H_{INITIAL}) (Zona Barat)

Tabel 1. Data Perencanaan untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

h timbunan	30	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	54.0	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	75	m
$(B1+B2)/B2$	1.067	
$B1/B2$	0.067	

Tabel 2. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	γ sat	γ'	$\gamma' \cdot H$	$\gamma' \cdot H$ kum	σ'_0	σ'_c	OCR	NC/OC soil	$\Delta\sigma + \sigma'_0$	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)					°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	1.079	43.80	0.284	0.061	5.352	84.289	27.000	53.999	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	54.433	0.169	0.169
1	-	2	1	1.5	1.079	43.80	0.284	0.061	15.625	73.301	26.990	53.981	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	55.283	0.149	0.318
2	-	3	1	2.5	1.079	43.80	0.284	0.061	24.775	63.435	26.959	53.917	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	56.087	0.137	0.455
3	-	4	1	3.5	1.079	43.80	0.284	0.061	32.487	55.008	26.898	53.796	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	56.834	0.128	0.584
4	-	5	1	4.5	1.079	43.80	0.284	0.061	38.768	48.013	26.810	53.619	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	57.525	0.121	0.705
5	-	6	1	5.5	0.759	45.30	0.217	0.052	43.793	42.274	26.696	53.392	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	58.283	0.104	0.809
6	-	7	1	6.5	0.759	45.30	0.217	0.052	47.786	37.569	26.562	53.124	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	59.119	0.098	0.907
7	-	8	1	7.5	0.759	45.30	0.217	0.052	50.954	33.690	26.412	52.825	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	59.922	0.092	0.999
8	-	9	1	8.5	0.759	45.30	0.217	0.052	53.470	30.466	26.250	52.500	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	60.700	0.088	1.087
9	-	10	1	9.5	0.759	45.30	0.217	0.052	55.469	27.759	26.078	52.155	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	61.459	0.084	1.170

Tabel 3. H_{initial} untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m ²
H awal	30.65	m

Tabel 4. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																										
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc	
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)	
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	
0	-	1	1	∞	5	31.150	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.161	0.055	0.2178	1.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.652	0.005	0.005
1	-	2	1	∞	5	32.150	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.156	0.054	0.21384	1.868	0.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.516	0.002	0.007
2	-	3	1	∞	5	33.150	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.151	0.052	0.20592	1.868	0.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.376	0.001	0.008
3	-	4	1	∞	5	34.150	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.146	0.050	0.198	1.868	0.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.236	0.001	0.009
4	-	5	1	∞	5	35.150	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.142	0.048	0.19008	1.868	0.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	4.096	0.001	0.010
5	-	6	1	∞	5	36.150	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.138	0.047	0.18612	2.103	1.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	5.078	0.000	0.010
6	-	7	1	∞	5	37.150	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.135	0.045	0.1782	2.103	1.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.173	0.000	0.011
7	-	8	1	∞	5	38.150	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.131	0.043	0.17028	2.103	1.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.268	0.000	0.011
8	-	9	1	∞	5	39.150	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.128	0.041	0.16236	2.103	1.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.363	0.000	0.011
9	-	10	1	∞	5	40.150	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.125	0.040	0.1584	2.103	1.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.462	0.000	0.011

Tabel 5. Data Perencanaan untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

h timbunan	33	m
γ timbunan	1.8	t/m ³
γ sat timbunan	1.8	t/m ³
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m ²
q	59.4	t/m ²
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	82.5	m
(B1+B2)/B2	1.0606	
B1/B2	0.0606	

Tabel 6. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma \text{ sat}$	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H \text{ kum}$	$\sigma' 0$	$\sigma' c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma' 0$	Sc	ΣSc
(m)			(m)	(m)					°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	t/m2	t/m2
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	1.079	43.80	0.284	0.061	5.383	84.289	29.700	59.399	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	59.833	0.175	0.175
1	-	2	1	1.5	1.079	43.80	0.284	0.061	15.717	73.301	29.690	59.380	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	60.682	0.154	0.329
2	-	3	1	2.5	1.079	43.80	0.284	0.061	24.928	63.435	29.658	59.317	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	61.487	0.143	0.472
3	-	4	1	3.5	1.079	43.80	0.284	0.061	32.701	55.008	29.598	59.196	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	62.234	0.134	0.606
4	-	5	1	4.5	1.079	43.80	0.284	0.061	39.043	48.013	29.509	59.019	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	62.925	0.127	0.732
5	-	6	1	5.5	0.759	45.30	0.217	0.052	44.130	42.274	29.396	58.791	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	63.683	0.109	0.841
6	-	7	1	6.5	0.759	45.30	0.217	0.052	48.183	37.569	29.262	58.523	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	64.518	0.102	0.943
7	-	8	1	7.5	0.759	45.30	0.217	0.052	51.411	33.690	29.112	58.223	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	65.321	0.097	1.040
8	-	9	1	8.5	0.759	45.30	0.217	0.052	53.986	30.466	28.949	57.897	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	66.098	0.092	1.133
9	-	10	1	9.5	0.759	45.30	0.217	0.052	56.045	27.759	28.776	57.552	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	66.856	0.088	1.221

Tabel 7. H_{initial} untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	33.68	m

Tabel 8. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																										
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc	
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)	
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	
0	-	1	1	∞	5	34.178	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.146	0.032	0.12672	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.561	0.003	0.003	
1	-	2	1	∞	5	35.178	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.142	0.032	0.12474	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.427	0.001	0.004	
2	-	3	1	∞	5	36.178	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.138	0.031	0.12276	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.293	0.001	0.005	
3	-	4	1	∞	5	37.178	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.134	0.031	0.12078	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.159	0.000	0.006	
4	-	5	1	∞	5	38.178	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.131	0.030	0.1188	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	4.025	0.000	0.006	
5	-	6	1	∞	5	39.178	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.128	0.030	0.11682	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	5.008	0.000	0.006	
6	-	7	1	∞	5	40.178	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.124	0.029	0.11484	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.109	0.000	0.007	
7	-	8	1	∞	5	41.178	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.121	0.029	0.11286	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.210	0.000	0.007	
8	-	9	1	∞	5	42.178	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.119	0.028	0.11088	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.311	0.000	0.007	
9	-	10	1	∞	5	43.178	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.116	0.028	0.1089	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.412	0.000	0.007	

Tabel 9. Data Perencanaan untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

h timbunan	36	m
γ timbunan	1.8	t/m ³
γ sat timbunan	1.8	t/m ³
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m ²
q	64.8	t/m ²
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	90	m
(B1+B2)/B2	1.056	
B1/B2	0.056	

Tabel 10. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	γ sat	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H$ kum	$\sigma' 0$	$\sigma' c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma' 0$	Sc	Σ Sc
									$^{\circ}$	$^{\circ}$	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
(m)			(m)	(m)																			
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	1.079	43.80	0.284	0.061	5.409	84.289	32.400	64.799	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	65.233	0.180	0.180
1	-	2	1	1.5	1.079	43.80	0.284	0.061	15.795	73.301	32.390	64.780	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	66.082	0.160	0.339
2	-	3	1	2.5	1.079	43.80	0.284	0.061	25.058	63.435	32.358	64.717	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	66.887	0.148	0.487
3	-	4	1	3.5	1.079	43.80	0.284	0.061	32.882	55.008	32.298	64.596	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	67.634	0.139	0.626
4	-	5	1	4.5	1.079	43.80	0.284	0.061	39.275	48.013	32.209	64.418	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	68.324	0.131	0.757
5	-	6	1	5.5	0.759	45.30	0.217	0.052	44.413	42.274	32.095	64.191	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	69.082	0.113	0.870
6	-	7	1	6.5	0.759	45.30	0.217	0.052	48.517	37.569	31.961	63.923	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	69.917	0.107	0.977
7	-	8	1	7.5	0.759	45.30	0.217	0.052	51.796	33.690	31.811	63.622	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	70.719	0.101	1.078
8	-	9	1	8.5	0.759	45.30	0.217	0.052	54.422	30.466	31.648	63.296	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	71.496	0.097	1.175
9	-	10	1	9.5	0.759	45.30	0.217	0.052	56.531	27.759	31.475	62.950	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	72.253	0.092	1.267

Tabel 11. H_{initial} untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m ²
H awal	36.70	m

Tabel 12. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																										
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc	
														t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)	
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)	
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	
0	-	1	1	∞	5	37.204	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.134	0.028	0.11088	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.545	0.003	0.003	
1	-	2	1	∞	5	38.204	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.131	0.028	0.109296	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.411	0.001	0.004	
2	-	3	1	∞	5	39.204	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.128	0.027	0.107712	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.278	0.001	0.005	
3	-	4	1	∞	5	40.204	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.124	0.027	0.106128	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.144	0.000	0.005	
4	-	5	1	∞	5	41.204	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.121	0.026	0.103752	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	4.010	0.000	0.005	
5	-	6	1	∞	5	42.204	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.118	0.026	0.102168	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	4.994	0.000	0.006	
6	-	7	1	∞	5	43.204	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.116	0.025	0.100188	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.095	0.000	0.006	
7	-	8	1	∞	5	44.204	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.113	0.025	0.098604	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.196	0.000	0.006	
8	-	9	1	∞	5	45.204	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.111	0.025	0.09702	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.298	0.000	0.006	
9	-	10	1	∞	5	46.204	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.108	0.024	0.095436	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.399	0.000	0.006	

Tabel 13. Data Perencanaan untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

h timbunan	39	m
γ timbunan	1.8	t/m ³
γ sat timbunan	1.8	t/m ³
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m ²
q	70.2	t/m ²
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	97.5	m
(B1+B2)/B2	1.051	
B1/B2	0.051	

Tabel 14. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2 \Delta \sigma$	γ sat	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H$ kum	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma'0$	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)					°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	1.079	43.80	0.284	0.061	5.431	84.289	35.100	70.199	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	70.633	0.184	0.184
1	-	2	1	1.5	1.079	43.80	0.284	0.061	15.861	73.301	35.090	70.180	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	71.482	0.164	0.349
2	-	3	1	2.5	1.079	43.80	0.284	0.061	25.168	63.435	35.058	70.117	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	72.287	0.152	0.501
3	-	4	1	3.5	1.079	43.80	0.284	0.061	33.036	55.008	34.998	69.996	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	73.034	0.143	0.644
4	-	5	1	4.5	1.079	43.80	0.284	0.061	39.473	48.013	34.909	69.818	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	73.724	0.136	0.780
5	-	6	1	5.5	0.759	45.30	0.217	0.052	44.655	42.274	34.795	69.590	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	74.482	0.117	0.897
6	-	7	1	6.5	0.759	45.30	0.217	0.052	48.803	37.569	34.661	69.322	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	75.316	0.111	1.008
7	-	8	1	7.5	0.759	45.30	0.217	0.052	52.125	33.690	34.510	69.021	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	76.118	0.105	1.113
8	-	9	1	8.5	0.759	45.30	0.217	0.052	54.794	30.466	34.347	68.694	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	76.895	0.100	1.214
9	-	10	1	9.5	0.759	45.30	0.217	0.052	56.946	27.759	34.174	68.348	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	77.651	0.096	1.310

Tabel 15. H_{initial} untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	39.73	m

Tabel 16. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																										
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc	
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)	
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	
0	-	1	1	∞	5	40.228	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.124	0.025	0.099	1.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.533	0.003	0.003
1	-	2	1	∞	5	41.228	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.121	0.025	0.097416	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.399	0.001	0.004	
2	-	3	1	∞	5	42.228	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.118	0.024	0.095832	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.266	0.001	0.004	
3	-	4	1	∞	5	43.228	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.116	0.024	0.094248	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.132	0.000	0.004	
4	-	5	1	∞	5	44.228	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.113	0.023	0.092664	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	3.999	0.000	0.005	
5	-	6	1	∞	5	45.228	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.111	0.023	0.09108	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	4.983	0.000	0.005	
6	-	7	1	∞	5	46.228	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.108	0.023	0.089496	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.084	0.000	0.005	
7	-	8	1	∞	5	47.228	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.106	0.022	0.087912	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.185	0.000	0.005	
8	-	9	1	∞	5	48.228	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.104	0.022	0.086328	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.287	0.000	0.005	
9	-	10	1	∞	5	49.228	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.102	0.021	0.084744	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.388	0.000	0.006	

Tabel 17. Data Perencanaan untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

h timbunan	42	m
γ timbunan	1.8	t/m ³
γ sat timbunan	1.8	t/m ³
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m ²
q	75.6	t/m ²
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	105	m
(B1+B2)/B2	1.048	
B1/B2	0.048	

Tabel 18. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2 \Delta \sigma$	γ sat	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H$ kum	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma'0$	Sc	Σ Sc
									°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
(m)			(m)	(m)																			
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	1.079	43.80	0.284	0.061	5.450	84.289	37.800	75.599	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	76.033	0.189	0.189
1	-	2	1	1.5	1.079	43.80	0.284	0.061	15.918	73.301	37.790	75.580	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	76.882	0.169	0.357
2	-	3	1	2.5	1.079	43.80	0.284	0.061	25.263	63.435	37.758	75.517	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	77.687	0.157	0.514
3	-	4	1	3.5	1.079	43.80	0.284	0.061	33.170	55.008	37.698	75.396	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	78.434	0.148	0.662
4	-	5	1	4.5	1.079	43.80	0.284	0.061	39.645	48.013	37.609	75.218	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	79.124	0.140	0.802
5	-	6	1	5.5	0.759	45.30	0.217	0.052	44.864	42.274	37.495	74.990	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	79.882	0.121	0.922
6	-	7	1	6.5	0.759	45.30	0.217	0.052	49.050	37.569	37.361	74.721	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	80.716	0.114	1.037
7	-	8	1	7.5	0.759	45.30	0.217	0.052	52.409	33.690	37.210	74.420	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	81.517	0.109	1.146
8	-	9	1	8.5	0.759	45.30	0.217	0.052	55.116	30.466	37.046	74.093	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	82.293	0.104	1.250
9	-	10	1	9.5	0.759	45.30	0.217	0.052	57.305	27.759	36.873	73.746	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	83.049	0.100	1.350

Tabel 19. H_{initial} untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m ²
H awal	42.75	m

Tabel 20. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n=y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H _{kum}	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00000	0
0	-	1	1	∞	5	43.250	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.116	0.021	0.08316	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.517	0.00223	0.002
1	-	2	1	∞	5	44.250	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.113	0.021	0.08118	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.383	0.00077	0.003
2	-	3	1	∞	5	45.250	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.110	0.020	0.0792	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.249	0.00046	0.003
3	-	4	1	∞	5	46.250	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.108	0.020	0.07722	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.115	0.00032	0.004
4	-	5	1	∞	5	47.250	1.079	43.80	0.284	0.061	∞	0.106	0.019	0.07524	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	3.981	0.00024	0.004
5	-	6	1	∞	5	48.250	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.104	0.019	0.07326	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	4.965	0.00019	0.004
6	-	7	1	∞	5	49.250	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.102	0.018	0.07128	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.066	0.00015	0.004
7	-	8	1	∞	5	50.250	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.100	0.018	0.0693	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.167	0.00013	0.004
8	-	9	1	∞	5	51.250	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.098	0.017	0.06732	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.268	0.00011	0.005
9	-	10	1	∞	5	52.250	0.759	45.30	0.217	0.052	∞	0.096	0.017	0.06534	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.369	0.00009	0.005

2. PERHITUNGAN BESAR PEMAMPATAN (Sc) DAN TINGGI TIMBUNAN AWAL (H_{INITIAL}) (Zona Tengah)

Tabel 21. Data Perencanaan untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

h timbunan	30	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	54.0	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	75	m
$(B1+B2)/B2$	1.067	
$B1/B2$	0.067	

Tabel 22. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma \text{ sat}$	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H \text{ kum}$	$\sigma' 0$	$\sigma' c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma' 0$	Sc	ΣSc
									°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
(m)			(m)	(m)																			
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.983	47.43	0.280	0.064	5.352	84.289	27.000	53.999	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	54.420	0.177	0.177
1	-	2	1	1.5	0.983	47.43	0.280	0.064	15.625	73.301	26.990	53.981	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	55.244	0.156	0.334
2	-	3	1	2.5	0.983	47.43	0.280	0.064	24.775	63.435	26.959	53.917	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	56.022	0.144	0.477
3	-	4	1	3.5	0.983	47.43	0.280	0.064	32.487	55.008	26.898	53.796	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	56.743	0.135	0.612
4	-	5	1	4.5	0.983	47.43	0.280	0.064	38.768	48.013	26.810	53.619	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	57.408	0.127	0.739
5	-	6	1	5.5	0.631	43.70	0.184	0.045	43.793	42.274	26.696	53.392	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	58.108	0.096	0.835
6	-	7	1	6.5	0.631	43.70	0.184	0.045	47.786	37.569	26.562	53.124	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	58.852	0.091	0.926
7	-	8	1	7.5	0.631	43.70	0.184	0.045	50.954	33.690	26.412	52.825	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	59.565	0.086	1.013
8	-	9	1	8.5	0.631	43.70	0.184	0.045	53.470	30.466	26.250	52.500	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	60.252	0.082	1.095
9	-	10	1	9.5	0.631	43.70	0.184	0.045	55.469	27.759	26.078	52.155	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	60.919	0.078	1.173
10	-	11	1	10.5	0.471	42.70	0.155	0.040	57.059	25.463	25.898	51.796	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	61.607	0.070	1.243
11	-	12	1	11.5	0.471	42.70	0.155	0.040	58.321	23.499	25.712	51.425	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	62.319	0.067	1.310
12	-	13	1	12.5	0.471	42.70	0.155	0.040	59.318	21.801	25.522	51.044	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	63.022	0.064	1.374
13	-	14	1	13.5	0.471	42.70	0.155	0.040	60.098	20.323	25.328	50.657	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	63.717	0.062	1.436
14	-	15	1	14.5	0.471	42.70	0.155	0.040	60.701	19.026	25.132	50.264	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	64.408	0.059	1.495

Tabel 23. H_{initial} untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	30.83	m

Tabel 24. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	-	1	1	∞	5	31.330	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.160	0.055	0.2178	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	0.639	0.006	0.006
1	-	2	1	∞	5	32.330	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.155	0.054	0.21384	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	1.477	0.002	0.008
2	-	3	1	∞	5	33.330	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.150	0.052	0.20592	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	2.311	0.001	0.009
3	-	4	1	∞	5	34.330	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.146	0.050	0.198	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	3.145	0.001	0.010
4	-	5	1	∞	5	35.330	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.142	0.048	0.19008	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	3.979	0.001	0.011
5	-	6	1	∞	5	36.330	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.138	0.047	0.18612	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	4.902	0.000	0.011
6	-	7	1	∞	5	37.330	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.134	0.045	0.1782	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	5.906	0.000	0.012
7	-	8	1	∞	5	38.330	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.130	0.043	0.17028	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	6.910	0.000	0.012
8	-	9	1	∞	5	39.330	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.127	0.041	0.16236	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	7.914	0.000	0.012
9	-	10	1	∞	5	40.330	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.124	0.040	0.1584	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	8.922	0.000	0.013
10	-	11	1	∞	5	41.330	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.121	0.038	0.15048	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	9.962	0.000	0.013
11	-	12	1	∞	5	42.330	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.118	0.036	0.14256	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	11.037	0.000	0.013
12	-	13	1	∞	5	43.330	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.115	0.035	0.1386	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	12.116	0.000	0.013
13	-	14	1	∞	5	44.330	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.113	0.033	0.13068	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	13.191	0.000	0.013
14	-	15	1	∞	5	45.330	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.110	0.029	0.11484	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	14.258	0.000	0.013

Tabel 25. Data Perencanaan untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

h timbunan	33	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	59.4	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	82.5	m
(B1+B2)/B2	1.0606	
B1/B2	0.0606	

Tabel 26. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma \text{ sat}$	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H \text{ kum}$	$\sigma' 0$	$\sigma' c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma' 0$	Sc	ΣSc
(m)			(m)	(m)					°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0	-	1	1	0.5	0.983	47.43	0.280	0.064	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-	2	1	1.5	0.983	47.43	0.280	0.064	15.717	73.301	29.690	59.380	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	60.643	0.162	0.345
2	-	3	1	2.5	0.983	47.43	0.280	0.064	24.928	63.435	29.658	59.317	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	61.422	0.149	0.495
3	-	4	1	3.5	0.983	47.43	0.280	0.064	32.701	55.008	29.598	59.196	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	62.143	0.140	0.635
4	-	5	1	4.5	0.983	47.43	0.280	0.064	39.043	48.013	29.509	59.019	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	62.808	0.133	0.767
5	-	6	1	5.5	0.631	43.70	0.184	0.045	44.130	42.274	29.396	58.791	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	63.507	0.101	0.868
6	-	7	1	6.5	0.631	43.70	0.184	0.045	48.183	37.569	29.262	58.523	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	64.251	0.095	0.963
7	-	8	1	7.5	0.631	43.70	0.184	0.045	51.411	33.690	29.112	58.223	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	64.963	0.091	1.054
8	-	9	1	8.5	0.631	43.70	0.184	0.045	53.986	30.466	28.949	57.897	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	65.649	0.086	1.140
9	-	10	1	9.5	0.631	43.70	0.184	0.045	56.045	27.759	28.776	57.552	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	66.316	0.082	1.222
10	-	11	1	10.5	0.471	42.70	0.155	0.040	57.694	25.463	28.596	57.192	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	67.003	0.074	1.296
11	-	12	1	11.5	0.471	42.70	0.155	0.040	59.014	23.499	28.409	56.819	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	67.713	0.071	1.367
12	-	13	1	12.5	0.471	42.70	0.155	0.040	60.068	21.801	28.218	56.437	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	68.414	0.068	1.435
13	-	14	1	13.5	0.471	42.70	0.155	0.040	60.906	20.323	28.024	56.048	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	69.108	0.065	1.500
14	-	15	1	14.5	0.471	42.70	0.155	0.040	61.565	19.026	27.826	55.653	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	69.796	0.063	1.563

Tabel 27. H_{initial} untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	33.68	m

Tabel 28. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	-	1	1	∞	5	34.179	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.146	0.032	0.12672	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	0.548	0.004	0.004
1	-	2	1	∞	5	35.179	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.142	0.032	0.12474	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	1.388	0.001	0.005
2	-	3	1	∞	5	36.179	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.138	0.031	0.12276	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	2.228	0.001	0.006
3	-	4	1	∞	5	37.179	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.134	0.031	0.12078	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	3.068	0.001	0.006
4	-	5	1	∞	5	38.179	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.131	0.030	0.1188	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	3.908	0.000	0.007
5	-	6	1	∞	5	39.179	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.128	0.030	0.11682	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	4.833	0.000	0.007
6	-	7	1	∞	5	40.179	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.124	0.029	0.11484	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	5.843	0.000	0.007
7	-	8	1	∞	5	41.179	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.121	0.029	0.11286	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	6.853	0.000	0.008
8	-	9	1	∞	5	42.179	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.119	0.028	0.11088	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	7.863	0.000	0.008
9	-	10	1	∞	5	43.179	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.116	0.028	0.1089	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	8.873	0.000	0.008
10	-	11	1	∞	5	44.179	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.113	0.027	0.10692	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	9.918	0.000	0.008
11	-	12	1	∞	5	45.179	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.111	0.027	0.10494	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	10.999	0.000	0.008
12	-	13	1	∞	5	46.179	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.108	0.026	0.10296	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	12.080	0.000	0.008
13	-	14	1	∞	5	47.179	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.106	0.026	0.10098	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	13.161	0.000	0.008
14	-	15	1	∞	5	48.179	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.104	0.025	0.099	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	14.243	0.000	0.008

Tabel 29. Data Perencanaan untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

h timbunan	36	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	64.8	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	90	m
(B1+B2)/B2	1.056	
B1/B2	0.056	

Tabel 30. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma \text{ sat}$	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H \text{ kum}$	$\sigma' 0$	$\sigma' c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma' 0$	Sc	ΣSc
									°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
(m)			(m)	(m)																			
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.983	47.43	0.280	0.064	5.409	84.289	32.400	64.799	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	65.220	0.189	0.189
1	-	2	1	1.5	0.983	47.43	0.280	0.064	15.795	73.301	32.390	64.780	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	66.043	0.167	0.356
2	-	3	1	2.5	0.983	47.43	0.280	0.064	25.058	63.435	32.358	64.717	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	66.822	0.155	0.510
3	-	4	1	3.5	0.983	47.43	0.280	0.064	32.882	55.008	32.298	64.596	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	67.543	0.145	0.656
4	-	5	1	4.5	0.983	47.43	0.280	0.064	39.275	48.013	32.209	64.418	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	68.207	0.138	0.793
5	-	6	1	5.5	0.631	43.70	0.184	0.045	44.413	42.274	32.095	64.191	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	68.907	0.105	0.898
6	-	7	1	6.5	0.631	43.70	0.184	0.045	48.517	37.569	31.961	63.923	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	69.651	0.099	0.997
7	-	8	1	7.5	0.631	43.70	0.184	0.045	51.796	33.690	31.811	63.622	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	70.362	0.094	1.091
8	-	9	1	8.5	0.631	43.70	0.184	0.045	54.422	30.466	31.648	63.296	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	71.048	0.090	1.182
9	-	10	1	9.5	0.631	43.70	0.184	0.045	56.531	27.759	31.475	62.950	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	71.714	0.086	1.268
10	-	11	1	10.5	0.471	42.70	0.155	0.040	58.230	25.463	31.294	62.588	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	72.400	0.077	1.345
11	-	12	1	11.5	0.471	42.70	0.155	0.040	59.599	23.499	31.107	62.214	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	73.109	0.074	1.420
12	-	13	1	12.5	0.471	42.70	0.155	0.040	60.703	21.801	30.916	61.831	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	73.809	0.071	1.491
13	-	14	1	13.5	0.471	42.70	0.155	0.040	61.589	20.323	30.720	61.440	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	74.501	0.069	1.560
14	-	15	1	14.5	0.471	42.70	0.155	0.040	62.296	19.026	30.522	61.044	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	75.187	0.066	1.626

Tabel 31. H_{initial} untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	36.90	m

Tabel 32. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	-	1	1	∞	5	37.403	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.134	0.028	0.11088	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	0.532	0.003	0.003
1	-	2	1	∞	5	38.403	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.130	0.028	0.109296	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	1.372	0.001	0.004
2	-	3	1	∞	5	39.403	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.127	0.027	0.107712	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	2.213	0.001	0.005
3	-	4	1	∞	5	40.403	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.124	0.027	0.106128	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	3.053	0.000	0.006
4	-	5	1	∞	5	41.403	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.121	0.026	0.103752	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	3.893	0.000	0.006
5	-	6	1	∞	5	42.403	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.118	0.026	0.102168	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	4.818	0.000	0.006
6	-	7	1	∞	5	43.403	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.115	0.025	0.100188	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	5.828	0.000	0.007
7	-	8	1	∞	5	44.403	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.113	0.025	0.098604	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	6.839	0.000	0.007
8	-	9	1	∞	5	45.403	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.110	0.025	0.09702	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	7.849	0.000	0.007
9	-	10	1	∞	5	46.403	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.108	0.024	0.095436	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	8.859	0.000	0.007
10	-	11	1	∞	5	47.403	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.105	0.024	0.09306	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	9.905	0.000	0.007
11	-	12	1	∞	5	48.403	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.103	0.023	0.091476	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	10.986	0.000	0.007
12	-	13	1	∞	5	49.403	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.101	0.023	0.089496	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	12.067	0.000	0.007
13	-	14	1	∞	5	50.403	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.099	0.022	0.087912	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	13.148	0.000	0.007
14	-	15	1	∞	5	51.403	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.097	0.021	0.08316	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	14.227	0.000	0.007

Tabel 33. Data Perencanaan untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

h timbunan	39	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	70.2	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	97.5	m
(B1+B2)/B2	1.051	
B1/B2	0.051	

Tabel 34. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma \text{ sat}$	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H \text{ kum}$	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma'0$	Sc	ΣSc
									°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
(m)			(m)	(m)																			
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.983	47.43	0.280	0.064	5.431	84.289	35.100	70.199	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	70.620	0.193	0.193
1	-	2	1	1.5	0.983	47.43	0.280	0.064	15.861	73.301	35.090	70.180	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	71.443	0.172	0.365
2	-	3	1	2.5	0.983	47.43	0.280	0.064	25.168	63.435	35.058	70.117	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	72.222	0.159	0.525
3	-	4	1	3.5	0.983	47.43	0.280	0.064	33.036	55.008	34.998	69.996	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	72.943	0.150	0.675
4	-	5	1	4.5	0.983	47.43	0.280	0.064	39.473	48.013	34.909	69.818	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	73.607	0.142	0.817
5	-	6	1	5.5	0.631	43.70	0.184	0.045	44.655	42.274	34.795	69.590	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	74.306	0.108	0.925
6	-	7	1	6.5	0.631	43.70	0.184	0.045	48.803	37.569	34.661	69.322	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	75.050	0.103	1.028
7	-	8	1	7.5	0.631	43.70	0.184	0.045	52.125	33.690	34.510	69.021	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	75.761	0.098	1.126
8	-	9	1	8.5	0.631	43.70	0.184	0.045	54.794	30.466	34.347	68.694	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	76.446	0.094	1.220
9	-	10	1	9.5	0.631	43.70	0.184	0.045	56.946	27.759	34.174	68.348	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	77.112	0.090	1.310
10	-	11	1	10.5	0.471	42.70	0.155	0.040	58.688	25.463	33.993	67.985	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	77.797	0.081	1.391
11	-	12	1	11.5	0.471	42.70	0.155	0.040	60.100	23.499	33.805	67.611	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	78.505	0.078	1.468
12	-	13	1	12.5	0.471	42.70	0.155	0.040	61.246	21.801	33.613	67.227	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	79.204	0.075	1.543
13	-	14	1	13.5	0.471	42.70	0.155	0.040	62.174	20.323	33.417	66.835	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	79.895	0.072	1.615
14	-	15	1	14.5	0.471	42.70	0.155	0.040	62.923	19.026	33.218	66.436	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	80.580	0.069	1.684

Tabel 35. H_{initial} untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
Hawal	39.73	m

Tabel 36. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	-	1	1	∞	5	40.228	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.124	0.025	0.099	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	0.520	0.003	0.003
1	-	2	1	∞	5	41.228	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.121	0.025	0.097416	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	1.360	0.001	0.004
2	-	3	1	∞	5	42.228	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.118	0.024	0.095832	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	2.201	0.001	0.005
3	-	4	1	∞	5	43.228	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.116	0.024	0.094248	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	3.041	0.000	0.005
4	-	5	1	∞	5	44.228	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.113	0.023	0.092664	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	3.882	0.000	0.005
5	-	6	1	∞	5	45.228	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.111	0.023	0.09108	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	4.807	0.000	0.006
6	-	7	1	∞	5	46.228	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.108	0.023	0.089496	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	5.817	0.000	0.006
7	-	8	1	∞	5	47.228	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.106	0.022	0.087912	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	6.828	0.000	0.006
8	-	9	1	∞	5	48.228	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.104	0.022	0.086328	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	7.838	0.000	0.006
9	-	10	1	∞	5	49.228	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.102	0.021	0.084744	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	8.849	0.000	0.006
10	-	11	1	∞	5	50.228	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.100	0.021	0.08316	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	9.895	0.000	0.006
11	-	12	1	∞	5	51.228	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.098	0.021	0.081576	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	10.976	0.000	0.006
12	-	13	1	∞	5	52.228	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.096	0.020	0.079992	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	12.057	0.000	0.007
13	-	14	1	∞	5	53.228	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.094	0.020	0.078408	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	13.139	0.000	0.007
14	-	15	1	∞	5	54.228	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.092	0.020	0.07792	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	14.223	0.000	0.007

Tabel 33. Data Perencanaan untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

h timbunan	42	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	75.6	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	105	m
(B1+B2)/B2	1.048	
B1/B2	0.048	

Tabel 34. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

akibat tim+A14:X24bunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2 \Delta \sigma$	$\gamma \text{ sat}$	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H \text{ kum}$	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soi	$\Delta \sigma + \sigma'0$	Sc	$\Sigma \text{ Sc}$
									$^{\circ}$	$^{\circ}$	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	t/m2	(m)
(m)			(m)	(m)																			
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.983	47.43	0.280	0.064	5.450	84.289	37.800	75.599	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	76.020	0.198	0.198
1	-	2	1	1.5	0.983	47.43	0.280	0.064	15.918	73.301	37.790	75.580	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	76.843	0.176	0.374
2	-	3	1	2.5	0.983	47.43	0.280	0.064	25.633	63.435	37.758	75.517	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	77.622	0.164	0.538
3	-	4	1	3.5	0.983	47.43	0.280	0.064	33.170	55.008	37.698	75.396	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	78.343	0.154	0.693
4	-	5	1	4.5	0.983	47.43	0.280	0.064	39.645	48.013	37.609	75.218	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	79.007	0.147	0.839
5	-	6	1	5.5	0.631	43.70	0.184	0.045	44.864	42.274	37.495	74.990	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	79.706	0.112	0.951
6	-	7	1	6.5	0.631	43.70	0.184	0.045	49.050	37.569	37.361	74.721	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	80.449	0.106	1.057
7	-	8	1	7.5	0.631	43.70	0.184	0.045	52.409	33.690	37.210	74.420	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	81.160	0.101	1.159
8	-	9	1	8.5	0.631	43.70	0.184	0.045	55.116	30.466	37.046	74.093	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	81.845	0.097	1.256
9	-	10	1	9.5	0.631	43.70	0.184	0.045	57.305	27.759	36.873	73.746	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	82.510	0.093	1.349
10	-	11	1	10.5	0.471	42.70	0.155	0.040	59.084	25.463	36.692	73.383	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	83.195	0.084	1.433
11	-	12	1	11.5	0.471	42.70	0.155	0.040	60.533	23.499	36.504	73.008	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	83.902	0.081	1.513
12	-	13	1	12.5	0.471	42.70	0.155	0.040	61.716	21.801	36.311	72.623	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	84.600	0.078	1.591
13	-	14	1	13.5	0.471	42.70	0.155	0.040	62.680	20.323	36.115	72.230	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	85.290	0.075	1.666
14	-	15	1	14.5	0.471	42.70	0.155	0.040	63.465	19.026	35.915	71.831	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	85.974	0.072	1.738

Tabel 35. H_{initial} untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	42.75	m

Tabel 36. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																										
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc	
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)	
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00000	0	
0	-	1	1	∞	5	43.249	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.116	0.021	0.08316	1.842	0.842	0.842	0.842	0.421	5.421	12.876	OC Soil	0.504	0.00253	0.003	
1	-	2	1	∞	5	44.249	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.113	0.021	0.08118	1.842	0.842	0.842	1.684	1.263	6.263	4.959	OC Soil	1.344	0.00088	0.003	
2	-	3	1	∞	5	45.249	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.110	0.020	0.0792	1.842	0.842	0.842	2.526	2.105	7.105	3.375	OC Soil	2.184	0.00052	0.004	
3	-	4	1	∞	5	46.249	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.108	0.020	0.07722	1.842	0.842	0.842	3.368	2.947	7.947	2.697	OC Soil	3.024	0.00036	0.004	
4	-	5	1	∞	5	47.249	0.983	47.43	0.280	0.064	∞	0.106	0.019	0.07524	1.842	0.842	0.842	4.210	3.789	8.789	2.320	OC Soil	3.864	0.00028	0.005	
5	-	6	1	∞	5	48.249	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.104	0.019	0.07326	2.012	1.012	1.012	5.222	4.716	9.716	2.060	OC Soil	4.789	0.00019	0.005	
6	-	7	1	∞	5	49.249	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.102	0.018	0.07128	2.012	1.012	1.012	6.234	5.728	10.728	1.873	OC Soil	5.799	0.00015	0.005	
7	-	8	1	∞	5	50.249	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.100	0.018	0.0693	2.012	1.012	1.012	7.246	6.740	11.740	1.742	OC Soil	6.809	0.00012	0.005	
8	-	9	1	∞	5	51.249	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.098	0.017	0.06732	2.012	1.012	1.012	8.258	7.752	12.752	1.645	OC Soil	7.819	0.00010	0.005	
9	-	10	1	∞	5	52.249	0.631	43.70	0.184	0.045	∞	0.096	0.017	0.06534	2.012	1.012	1.012	9.270	8.764	13.764	1.571	OC Soil	8.829	0.00009	0.005	
10	-	11	1	∞	5	53.249	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.094	0.016	0.06336	2.083	1.083	1.083	10.353	9.812	14.812	1.510	OC Soil	9.875	0.00008	0.005	
11	-	12	1	∞	5	54.249	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.092	0.016	0.06138	2.083	1.083	1.083	11.436	10.895	15.895	1.459	OC Soil	10.956	0.00007	0.005	
12	-	13	1	∞	5	55.249	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.090	0.015	0.0594	2.083	1.083	1.083	12.519	11.978	16.978	1.417	OC Soil	12.037	0.00006	0.005	
13	-	14	1	∞	5	56.249	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.089	0.015	0.05742	2.083	1.083	1.083	13.602	13.061	18.061	1.383	OC Soil	13.118	0.00005	0.005	
14	-	15	1	∞	5	57.249	0.471	42.70	0.155	0.040	∞	0.087	0.015	0.05594	2.083	1.083	1.083	14.685	14.144	19.144	1.354	OC Soil	14.203	0.00005	0.006	

3. PERHITUNGAN BESAR PEMAMPATAN (S_c) DAN TINGGI TIMBUNAN AWAL (H_{INITIAL}) (Zona Timur)

Tabel 38. Data Perencanaan untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

h timbunan	30	m
γ timbunan	1.8	t/m ³
γ sat timbunan	1.8	t/m ³
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m ²
q	54.0	t/m ²
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	75	m
(B1+B2)/B2	1.067	
B1/B2	0.067	

Tabel 39. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	γ sat	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H$ kum	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta\sigma+\sigma'0$	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)					°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.869	44.50	0.235	0.054	5.352	84.289	27.000	53.999	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	54.433	0.158	0.158
1	-	2	1	1.5	0.869	44.50	0.235	0.054	15.625	73.301	26.990	53.981	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	55.283	0.138	0.296
2	-	3	1	2.5	0.869	44.50	0.235	0.054	24.775	63.435	26.959	53.917	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	56.087	0.127	0.424
3	-	4	1	3.5	0.869	44.50	0.235	0.054	32.487	55.008	26.898	53.796	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	56.834	0.119	0.543
4	-	5	1	4.5	0.869	44.50	0.235	0.054	38.768	48.013	26.810	53.619	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	57.525	0.112	0.655
5	-	6	1	5.5	0.457	40.30	0.139	0.035	43.793	42.274	26.696	53.392	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	58.283	0.081	0.736
6	-	7	1	6.5	0.457	40.30	0.139	0.035	47.786	37.569	26.562	53.124	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	59.119	0.076	0.812
7	-	8	1	7.5	0.457	40.30	0.139	0.035	50.954	33.690	26.412	52.825	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	59.922	0.072	0.884
8	-	9	1	8.5	0.457	40.30	0.139	0.035	53.470	30.466	26.250	52.500	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	60.700	0.068	0.952
9	-	10	1	9.5	0.457	40.30	0.139	0.035	55.469	27.759	26.078	52.155	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	61.459	0.065	1.017

Tabel 40. H_{initial} untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m ²
H awal	30.56	m

Tabel 41. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 54,0 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	$\Delta\sigma$	γ	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H_{kum}$	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta\sigma+\sigma'0$	Sc	ΣSc
(m)			(m)	(m)	(m)	t/m2								t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2						
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	-	1	1	∞	5	31.065	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.161	0.055	0.2178	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.652	0.005	0.005
1	-	2	1	∞	5	32.065	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.156	0.054	0.21384	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.516	0.002	0.007
2	-	3	1	∞	5	33.065	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.151	0.052	0.20592	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.376	0.001	0.008
3	-	4	1	∞	5	34.065	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.147	0.050	0.198	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.236	0.001	0.009
4	-	5	1	∞	5	35.065	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.143	0.048	0.19008	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	4.096	0.001	0.010
5	-	6	1	∞	5	36.065	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.139	0.047	0.18612	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	5.078	0.000	0.010
6	-	7	1	∞	5	37.065	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.135	0.045	0.1782	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.173	0.000	0.010
7	-	8	1	∞	5	38.065	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.131	0.043	0.17028	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.268	0.000	0.010
8	-	9	1	∞	5	39.065	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.128	0.041	0.16236	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.363	0.000	0.011
9	-	10	1	∞	5	40.065	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.125	0.040	0.1584	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.462	0.000	0.011

Tabel 42. Data Perencanaan untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

h timbunan	33	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	59.4	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	82.5	m
(B1+B2)/B2	1.0606	
B1/B2	0.0606	

Tabel 43. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2 \Delta \sigma$	$\gamma \text{ sat}$	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H \text{ kum}$	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma'0$	Sc	$\Sigma \text{ Sc}$
									$^{\circ}$	$^{\circ}$	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
(m)			(m)	(m)																			
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.869	44.50	0.235	0.054	5.383	84.289	29.700	59.399	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	59.833	0.163	0.163
1	-	2	1	1.5	0.869	44.50	0.235	0.054	15.717	73.301	29.690	59.380	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	60.682	0.144	0.306
2	-	3	1	2.5	0.869	44.50	0.235	0.054	24.928	63.435	29.658	59.317	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	61.487	0.132	0.439
3	-	4	1	3.5	0.869	44.50	0.235	0.054	32.701	55.008	29.598	59.196	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	62.234	0.124	0.563
4	-	5	1	4.5	0.869	44.50	0.235	0.054	39.043	48.013	29.509	59.019	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	62.925	0.117	0.680
5	-	6	1	5.5	0.457	40.30	0.139	0.035	44.130	42.274	29.396	58.791	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	63.683	0.084	0.765
6	-	7	1	6.5	0.457	40.30	0.139	0.035	48.183	37.569	29.262	58.523	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	64.518	0.080	0.844
7	-	8	1	7.5	0.457	40.30	0.139	0.035	51.411	33.690	29.112	58.223	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	65.321	0.075	0.920
8	-	9	1	8.5	0.457	40.30	0.139	0.035	53.986	30.466	28.949	57.897	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	66.098	0.072	0.991
9	-	10	1	9.5	0.457	40.30	0.139	0.035	56.045	27.759	28.776	57.552	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	66.856	0.068	1.060

Tabel 44. H_{initial} untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	33.59	m

Tabel 45. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 59,4 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																										
Kedalaman				Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc
(m)				(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	-		1	1	∞	5	34.089	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.147	0.032	0.12672	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.561	0.003	0.003
1	-		2	1	∞	5	35.089	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.142	0.032	0.12474	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.427	0.001	0.004
2	-		3	1	∞	5	36.089	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.139	0.031	0.12276	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.293	0.001	0.005
3	-		4	1	∞	5	37.089	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.135	0.031	0.12078	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.159	0.000	0.006
4	-		5	1	∞	5	38.089	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.131	0.030	0.1188	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	4.025	0.000	0.006
5	-		6	1	∞	5	39.089	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.128	0.030	0.11682	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	5.008	0.000	0.006
6	-		7	1	∞	5	40.089	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.125	0.029	0.11484	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.109	0.000	0.006
7	-		8	1	∞	5	41.089	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.122	0.029	0.11286	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.210	0.000	0.007
8	-		9	1	∞	5	42.089	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.119	0.028	0.11088	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.311	0.000	0.007
9	-		10	1	∞	5	43.089	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.116	0.028	0.1089	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.412	0.000	0.007

Tabel 46. Data Perencanaan untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

h timbunan	36	m
γ timbunan	1.8	t/m ³
γ sat timbunan	1.8	t/m ³
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m ²
q	64.8	t/m ²
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	90	m
(B1+B2)/B2	1.056	
B1/B2	0.056	

Tabel 47. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	γ sat	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H$ kum	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soi	$\Delta\sigma+\sigma'0$	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)					°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.869	44.50	0.235	0.054	5.409	84.289	32.400	64.799	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	65.233	0.168	0.168
1	-	2	1	1.5	0.869	44.50	0.235	0.054	15.795	73.301	32.390	64.780	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	66.082	0.148	0.316
2	-	3	1	2.5	0.869	44.50	0.235	0.054	25.058	63.435	32.358	64.717	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	66.887	0.137	0.453
3	-	4	1	3.5	0.869	44.50	0.235	0.054	32.882	55.008	32.298	64.596	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	67.634	0.129	0.582
4	-	5	1	4.5	0.869	44.50	0.235	0.054	39.275	48.013	32.209	64.418	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	68.324	0.122	0.703
5	-	6	1	5.5	0.457	40.30	0.139	0.035	44.413	42.274	32.095	64.191	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	69.082	0.088	0.791
6	-	7	1	6.5	0.457	40.30	0.139	0.035	48.517	37.569	31.961	63.923	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	69.917	0.083	0.874
7	-	8	1	7.5	0.457	40.30	0.139	0.035	51.796	33.690	31.811	63.622	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	70.719	0.079	0.953
8	-	9	1	8.5	0.457	40.30	0.139	0.035	54.422	30.466	31.648	63.296	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	71.496	0.075	1.027
9	-	10	1	9.5	0.457	40.30	0.139	0.035	56.531	27.759	31.475	62.950	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	72.253	0.072	1.099

Tabel 48. H_{initial} untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m ²
H awal	36.61	m

Tabel 49. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 64,8 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n=y/z	I	$\Delta\sigma$	γ	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H \text{ kum}$	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta\sigma+\sigma'0$	Sc	ΣSc
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	-	1	1	∞	5	37.111	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.135	0.028	0.11088	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.545	0.003	0.003
1	-	2	1	∞	5	38.111	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.131	0.028	0.109296	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.411	0.001	0.004
2	-	3	1	∞	5	39.111	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.128	0.027	0.107712	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.278	0.001	0.004
3	-	4	1	∞	5	40.111	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.125	0.027	0.106128	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.144	0.000	0.005
4	-	5	1	∞	5	41.111	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.122	0.026	0.103752	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	4.010	0.000	0.005
5	-	6	1	∞	5	42.111	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.119	0.026	0.102168	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	4.994	0.000	0.005
6	-	7	1	∞	5	43.111	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.116	0.025	0.100188	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.095	0.000	0.006
7	-	8	1	∞	5	44.111	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.113	0.025	0.098604	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.196	0.000	0.006
8	-	9	1	∞	5	45.111	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.111	0.025	0.09702	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.298	0.000	0.006
9	-	10	1	∞	5	46.111	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.108	0.024	0.095436	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.399	0.000	0.006

Tabel 50. Data Perencanaan untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

h timbunan	39	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	70.2	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	97.5	m
(B1+B2)/B2	1.051	
B1/B2	0.051	

Tabel 51. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	γ sat	γ'	$\gamma' \cdot H$	$\gamma' \cdot H$ kum	σ'_0	σ'_c	OCR	NC/OC soil	$\Delta\sigma + \sigma'_0$	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)					°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.869	44.50	0.235	0.054	5.431	84.289	35.100	70.199	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	70.633	0.172	0.172
1	-	2	1	1.5	0.869	44.50	0.235	0.054	15.861	73.301	35.090	70.180	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	71.482	0.153	0.324
2	-	3	1	2.5	0.869	44.50	0.235	0.054	25.168	63.435	35.058	70.117	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	72.287	0.141	0.466
3	-	4	1	3.5	0.869	44.50	0.235	0.054	33.036	55.008	34.998	69.996	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	73.034	0.133	0.599
4	-	5	1	4.5	0.869	44.50	0.235	0.054	39.473	48.013	34.909	69.818	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	73.724	0.126	0.724
5	-	6	1	5.5	0.457	40.30	0.139	0.035	44.655	42.274	34.795	69.590	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	74.482	0.091	0.815
6	-	7	1	6.5	0.457	40.30	0.139	0.035	48.803	37.569	34.661	69.322	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	75.316	0.086	0.901
7	-	8	1	7.5	0.457	40.30	0.139	0.035	52.125	33.690	34.510	69.021	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	76.118	0.082	0.983
8	-	9	1	8.5	0.457	40.30	0.139	0.035	54.794	30.466	34.347	68.694	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	76.895	0.078	1.061
9	-	10	1	9.5	0.457	40.30	0.139	0.035	56.946	27.759	34.174	68.348	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	77.651	0.075	1.136

Tabel 52. H_{initial} untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	39.63	m

Tabel 53. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 70,2 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n = y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	-	1	1	∞	5	40.131	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.125	0.025	0.099	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.533	0.003	0.003
1	-	2	1	∞	5	41.131	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.122	0.025	0.097416	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.399	0.001	0.003
2	-	3	1	∞	5	42.131	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.119	0.024	0.095832	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.266	0.001	0.004
3	-	4	1	∞	5	43.131	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.116	0.024	0.094248	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.132	0.000	0.004
4	-	5	1	∞	5	44.131	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.113	0.023	0.092664	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	3.999	0.000	0.005
5	-	6	1	∞	5	45.131	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.111	0.023	0.09108	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	4.983	0.000	0.005
6	-	7	1	∞	5	46.131	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.108	0.023	0.089496	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.084	0.000	0.005
7	-	8	1	∞	5	47.131	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.106	0.022	0.087912	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.185	0.000	0.005
8	-	9	1	∞	5	48.131	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.104	0.022	0.086328	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.287	0.000	0.005
9	-	10	1	∞	5	49.131	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.102	0.021	0.084744	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.388	0.000	0.005

Tabel 54. Data Perencanaan untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

h timbunan	42	m
γ timbunan	1.8	t/m3
γ sat timbunan	1.8	t/m3
fluktuasi muka air	5	m
gamma air*fluk	5.0	t/m2
q	75.6	t/m2
kemiringan	1:	2.5
B1	5	m
B2	105	m
(B1+B2)/B2	1.048	
B1/B2	0.048	

Tabel 55. Perhitungan *Settlement* Akibat Timbunan untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

akibat timbunan																							
Kedalaman H			Tebal lapisan	z	e	LL	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2 \Delta \sigma$	γ sat	γ'	$\gamma' * H$	$\gamma' * H$ kum	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma'0$	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)					°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0.5	0.869	44.50	0.235	0.054	5.450	84.289	37.800	75.599	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	76.033	0.176	0.176
1	-	2	1	1.5	0.869	44.50	0.235	0.054	15.918	73.301	37.790	75.580	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	76.882	0.157	0.332
2	-	3	1	2.5	0.869	44.50	0.235	0.054	25.263	63.435	37.758	75.517	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	77.687	0.145	0.478
3	-	4	1	3.5	0.869	44.50	0.235	0.054	33.170	55.008	37.698	75.396	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	78.434	0.137	0.614
4	-	5	1	4.5	0.869	44.50	0.235	0.054	39.645	48.013	37.609	75.218	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	79.124	0.130	0.744
5	-	6	1	5.5	0.457	40.30	0.139	0.035	44.864	42.274	37.495	74.990	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	79.882	0.094	0.838
6	-	7	1	6.5	0.457	40.30	0.139	0.035	49.050	37.569	37.361	74.721	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	80.716	0.089	0.927
7	-	8	1	7.5	0.457	40.30	0.139	0.035	52.409	33.690	37.210	74.420	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	81.517	0.085	1.011
8	-	9	1	8.5	0.457	40.30	0.139	0.035	55.116	30.466	37.046	74.093	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	82.293	0.081	1.092
9	-	10	1	9.5	0.457	40.30	0.139	0.035	57.305	27.759	36.873	73.746	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	83.049	0.077	1.169

Tabel 56. H_{initial} untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$

q	0.99	t/m2
H awal	42.65	m

Tabel 57. Perhitungan *Settlement* Akibat Beban *Pavement* (H_{initial} untuk $q = 75,6 \text{ t/m}^2$)

Akibat beban pavement																									
Kedalaman			Tebal lapisan	x	y	z	e	LL	Cc	Cs	m=x/z	n=y/z	I	Δσ	γ	γ'	γ' * H	γ' * H kum	σ'0	σ'c	OCR	NC/OC soil	Δσ+σ'0	Sc	Σ Sc
(m)			(m)	(m)	(m)									t/m2	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.00000	0
0	-	1	1	∞	5	43.150	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.116	0.021	0.08316	1.868	0.868	0.868	0.868	0.434	5.434	12.521	OC Soil	0.517	0.00220	0.002
1	-	2	1	∞	5	44.150	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.113	0.021	0.08118	1.868	0.868	0.868	1.736	1.302	6.302	4.840	OC Soil	1.383	0.00076	0.003
2	-	3	1	∞	5	45.150	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.111	0.020	0.0792	1.868	0.868	0.868	2.604	2.170	7.170	3.304	OC Soil	2.249	0.00045	0.003
3	-	4	1	∞	5	46.150	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.108	0.020	0.07722	1.868	0.868	0.868	3.472	3.038	8.038	2.646	OC Soil	3.115	0.00032	0.004
4	-	5	1	∞	5	47.150	0.869	44.50	0.235	0.054	∞	0.106	0.019	0.07524	1.868	0.868	0.868	4.340	3.906	8.906	2.280	OC Soil	3.981	0.00024	0.004
5	-	6	1	∞	5	48.150	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.104	0.019	0.07326	2.103	1.103	1.103	5.443	4.892	9.892	2.022	OC Soil	4.965	0.00015	0.004
6	-	7	1	∞	5	49.150	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.102	0.018	0.07128	2.103	1.103	1.103	6.546	5.995	10.995	1.834	OC Soil	6.066	0.00012	0.004
7	-	8	1	∞	5	50.150	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.100	0.018	0.0693	2.103	1.103	1.103	7.649	7.098	12.098	1.704	OC Soil	7.167	0.00010	0.004
8	-	9	1	∞	5	51.150	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.098	0.017	0.06732	2.103	1.103	1.103	8.752	8.201	13.201	1.610	OC Soil	8.268	0.00008	0.004
9	-	10	1	∞	5	52.150	0.457	40.30	0.139	0.035	∞	0.096	0.017	0.06534	2.103	1.103	1.103	9.855	9.304	14.304	1.537	OC Soil	9.369	0.00007	0.005

Tabel 58. Rekap Hasil Perhitungan *Settlement* dan H_{initial} Masing-masing q (Zona Barat)

q timb	Sc akibat q timb	H initial	H bongkar Traffic	Tebal Pavement	Sc akibat pavement	H final	Sc total
t/m2	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	(A+B)/ γt	Grafik	Direncanakan	Perhitungan	C-B-D+E-F	B+F
A	B	C	D	E	F	G	H
54	1.170	30.650	0.111	0.450	0.011	29.807	1.182
59.4	1.221	33.678	0.111	0.450	0.007	32.789	1.228
64.8	1.267	36.704	0.111	0.450	0.006	35.770	1.273
70.2	1.310	39.728	0.111	0.450	0.006	38.751	1.315
75.6	1.350	42.750	0.111	0.450	0.005	41.734	1.354

Tabel 59. Rekap Hasil Perhitungan *Settlement* dan $H_{initial}$ Masing-masing q (Zona Tengah)

q timb	Sc akibat q timb	H initial	H bongkar Traffic	Tebal Pavement	Sc akibat pavement	H final	Sc total
t/m2	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	$(A+B)/\gamma t$	Grafik	Direncanakan	Perhitungan	C-B-D+E-F	B+F
A	B	C	D	E	F	G	H
54	1.495	30.830	0.111	0.450	0.013	29.661	1.508
59.4	1.563	33.868	0.111	0.450	0.008	32.636	1.571
64.8	1.626	36.903	0.111	0.450	0.007	35.609	1.633
70.2	1.684	39.936	0.111	0.450	0.007	38.584	1.691
75.6	1.738	42.966	0.111	0.450	0.006	41.561	1.744

Tabel 60. Rekap Hasil Perhitungan *Settlement* dan $H_{initial}$ Masing-masing q (Zona Timur)

q timb	Sc akibat q timb	H initial	H bongkar Traffic	Tebal Pavement	Sc akibat pavement	H final	Sc total
t/m2	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	$(A+B)/\gamma t$	Grafik	Direncanakan	Perhitungan	C-B-D+E-F	B+F
A	B	C	D	E	F	G	H
54	1.017	30.565	0.111	0.450	0.011	29.876	1.027
59.4	1.060	33.589	0.111	0.450	0.007	32.861	1.066
64.8	1.099	36.611	0.111	0.450	0.006	35.844	1.105
70.2	1.136	39.631	0.111	0.450	0.005	38.829	1.141
75.6	1.169	42.650	0.111	0.450	0.005	41.815	1.174

Halaman ini sengaja dikosongkan

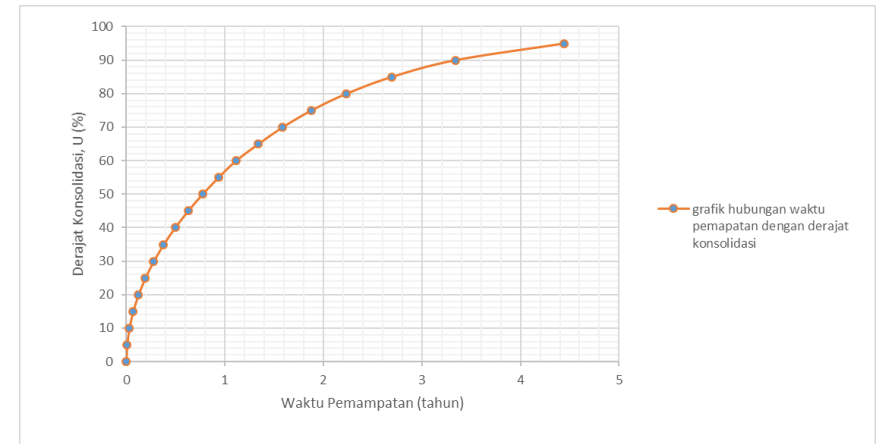
LAMPIRAN 4

WAKTU KONSOLIDASI (ZONA BARAT)

Tabel 1. Hasil Perhitungan Waktu Konsolidasi Alami

Derajat Konsolidasi U(%)	Hdr (cm)	Cv (cm ² /detik)	T	t (detik)	t tahun
0	500	0.002013891	0	0	0
5			0.002	243744.051	0.008
10			0.008	974976.203	0.031
15			0.018	2193696.457	0.070
20			0.031	3899904.812	0.124
25			0.049	6093601.269	0.193
30			0.071	8774785.828	0.278
35			0.096	11943458.488	0.379
40			0.126	15599619.249	0.495
45			0.159	19743268.113	0.626
50			0.196	24374405.077	0.773
55			0.238	29493030.144	0.935
60			0.283	35099143.311	1.113
65			0.340	42254593.545	1.340
70			0.403	50008410.311	1.586
75			0.477	59179229.054	1.877
80			0.567	70403404.071	2.232
85			0.684	84873882.430	2.691
90			0.848	105268876.190	3.338
95			1.129	140134348.309	4.444
100					

Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi

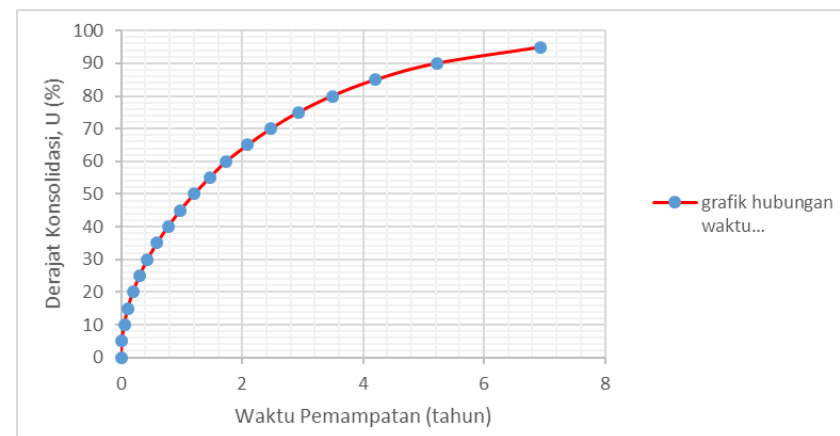


WAKTU KONSOLIDASI (ZONA TENGAH)

Tabel 1. Hasil Perhitungan Waktu Konsolidasi Alami

Derajat Konsolidasi U(%)	Hdr (cm)	Cv (cm ² /detik)	T	t (detik)	t tahun
0	750	0.002901002	0	0	0
5			0.002	380718.822	0.012
10			0.008	1522875.289	0.048
15			0.018	3426469.400	0.109
20			0.031	6091501.155	0.193
25			0.049	9517970.555	0.302
30			0.071	13705877.598	0.435
35			0.096	18655222.287	0.592
40			0.126	24366004.620	0.773
45			0.159	30838224.597	0.978
50			0.196	38071882.218	1.207
55			0.238	46066977.484	1.461
60			0.283	54823510.394	1.738
65			0.340	66000048.146	2.093
70			0.403	78111211.381	2.477
75			0.477	92435677.144	2.931
80			0.567	109967406.344	3.487
85			0.684	132569736.369	4.204
90			0.848	164425931.333	5.214
95			1.129	218884456.321	6.941
100					

Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi

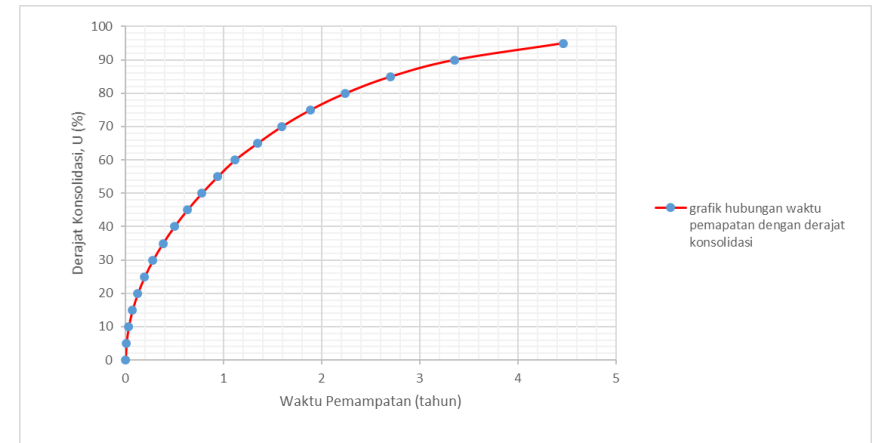


WAKTU KONSOLIDASI (ZONA TIMUR)

Tabel 1. Hasil Perhitungan Waktu Konsolidasi Alami

Derajat Konsolidasi U(%)	Hdr (cm)	Cv (cm ² /detik)	T	t (detik)	t tahun
0	500	0.002006303	0	0	0
5			0.002	244665.900	0.008
10			0.008	978663.601	0.031
15			0.018	2201993.103	0.070
20			0.031	3914654.405	0.124
25			0.049	6116647.507	0.194
30			0.071	8807972.410	0.279
35			0.096	11988629.114	0.380
40			0.126	15658617.618	0.497
45			0.159	19817937.923	0.628
50			0.196	24466590.028	0.776
55			0.238	29604573.934	0.939
60			0.283	35231889.641	1.117
65			0.340	42414402.067	1.345
70			0.403	50197544.070	1.592
75			0.477	59403047.207	1.884
80			0.567	70669672.492	2.241
85			0.684	85194878.765	2.702
90			0.848	105667007.187	3.351
95			1.129	140664341.882	4.460
100					

Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi



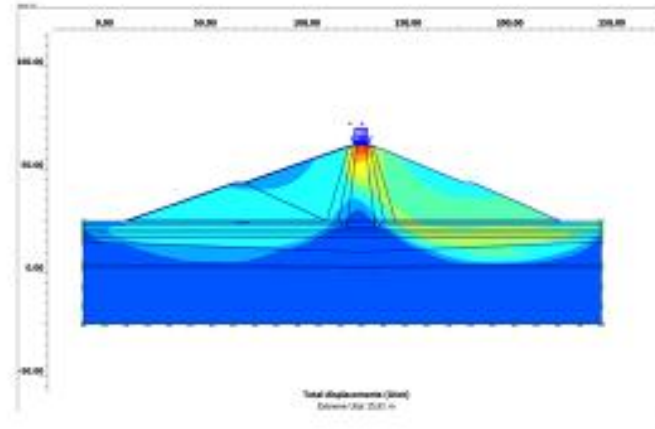
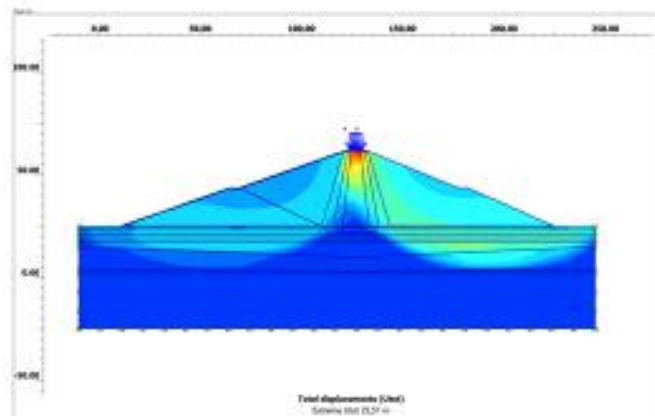
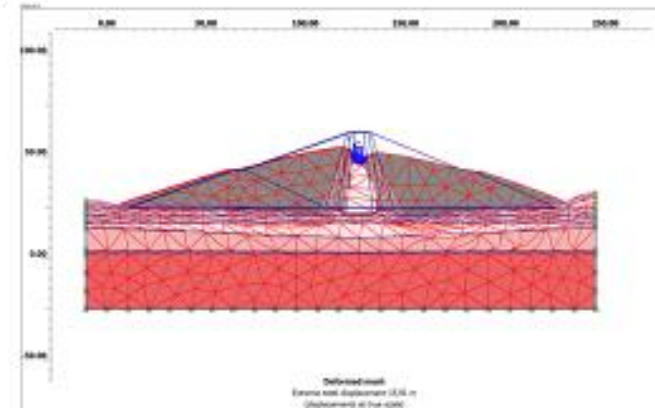
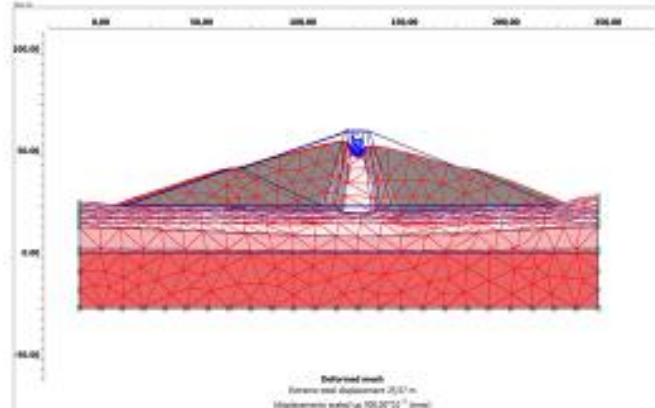
Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN 5 ANALISA PLAXIS

Gempa

Pasir 2 meter

Tanpa gempa

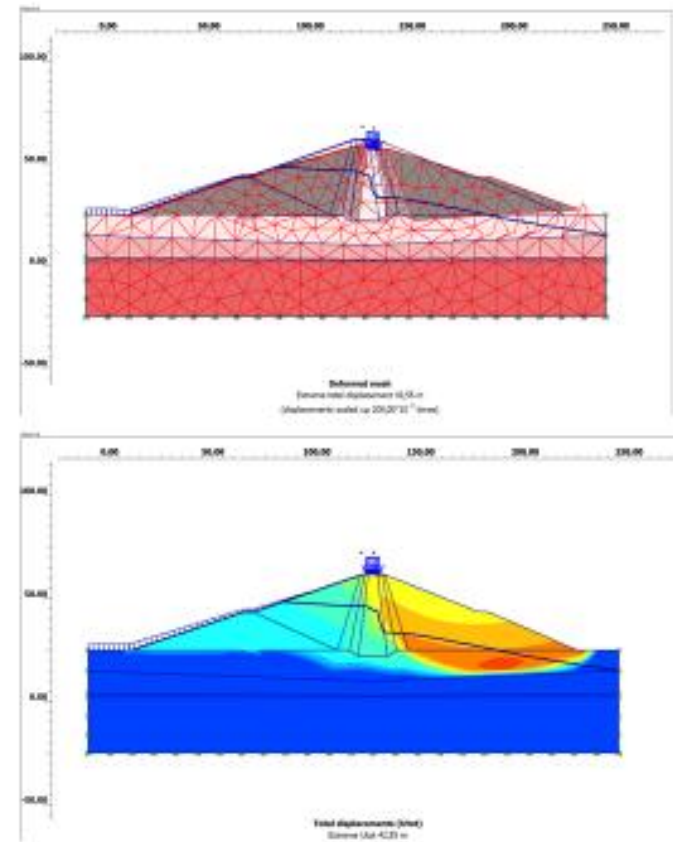
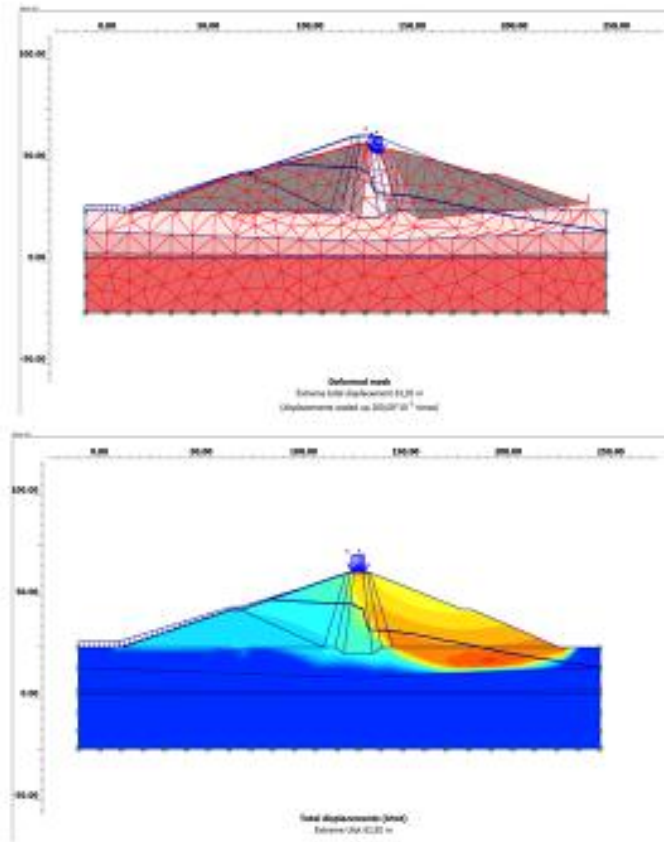


Kosong

Gempa

Eksisting

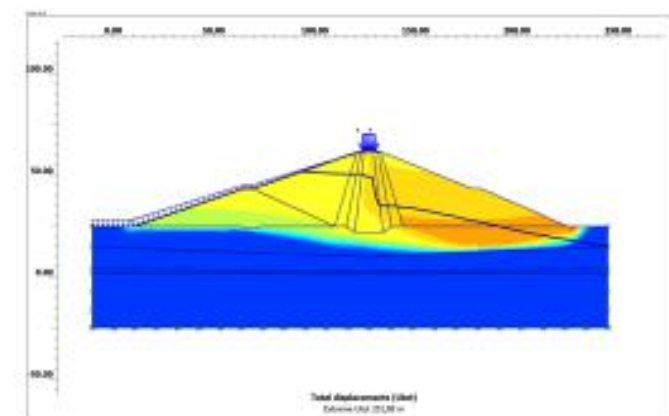
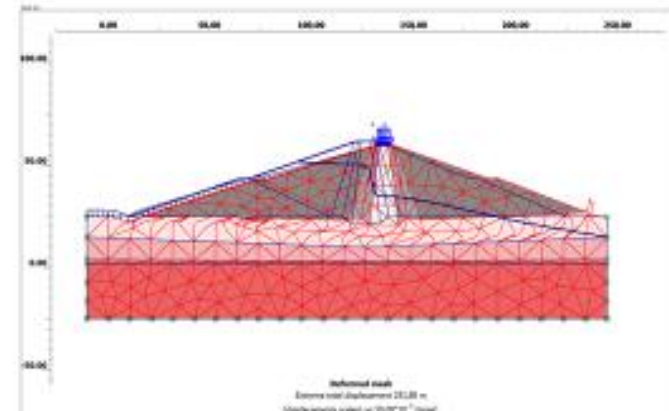
Tanpa gempa

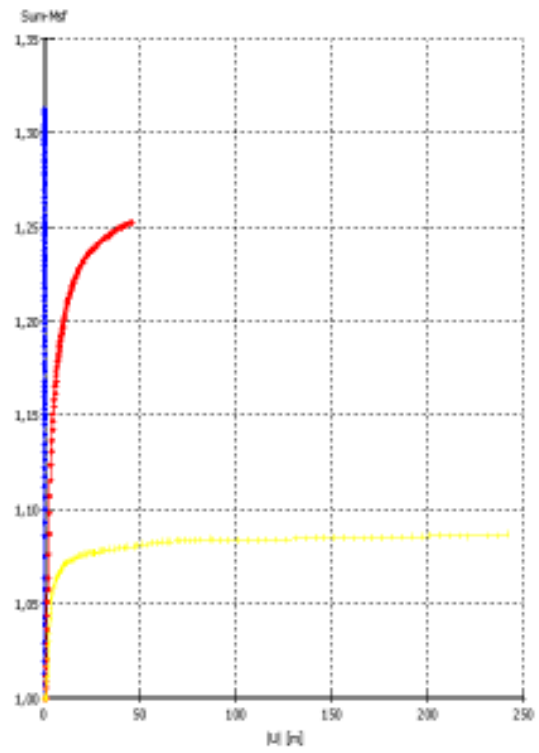


Muka Air
Normal

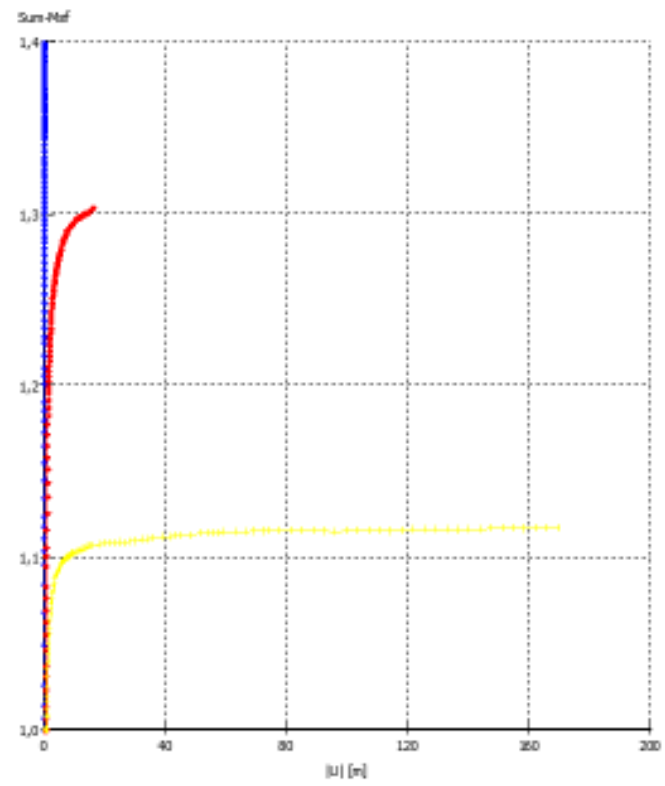
Eksisting

Muka Air Banjir





Eksisting Gempa

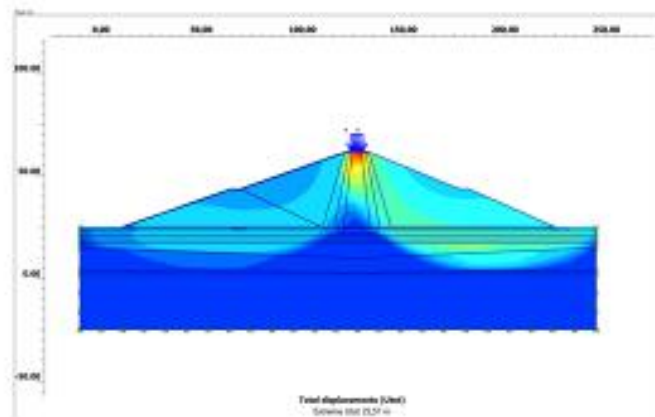
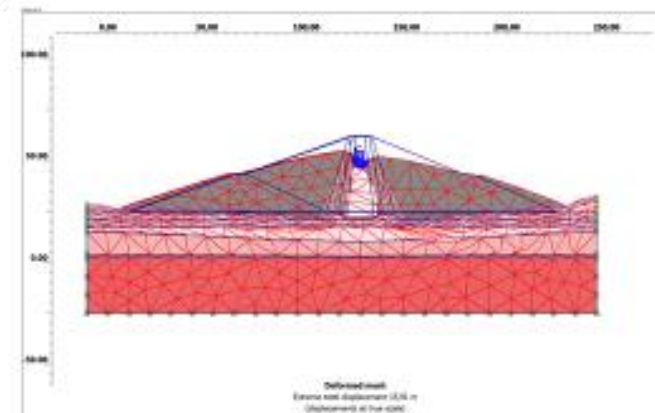
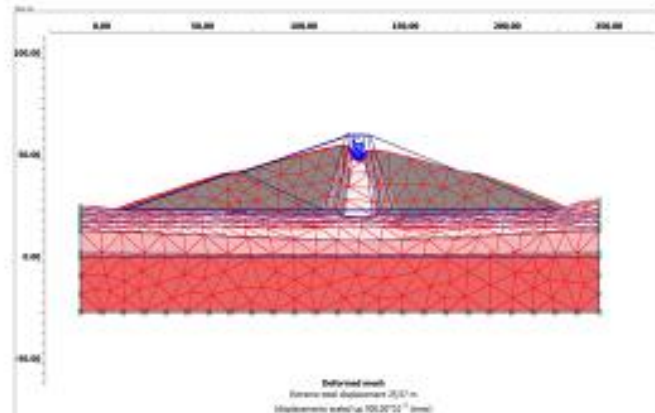


eksisting

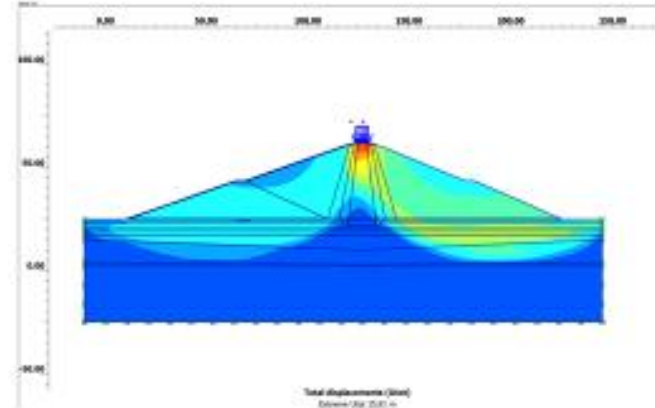
Gempa

Pasir 2 meter

Tanpa gempa



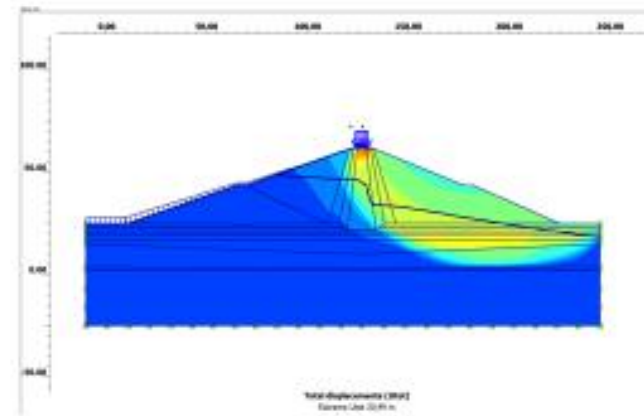
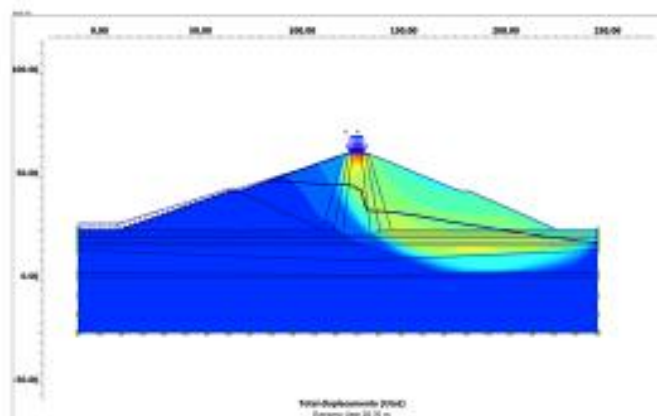
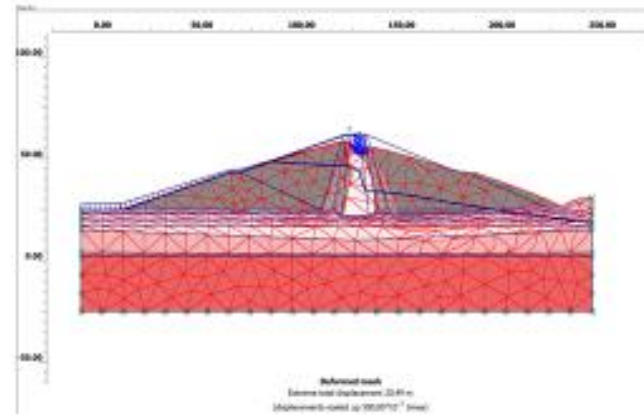
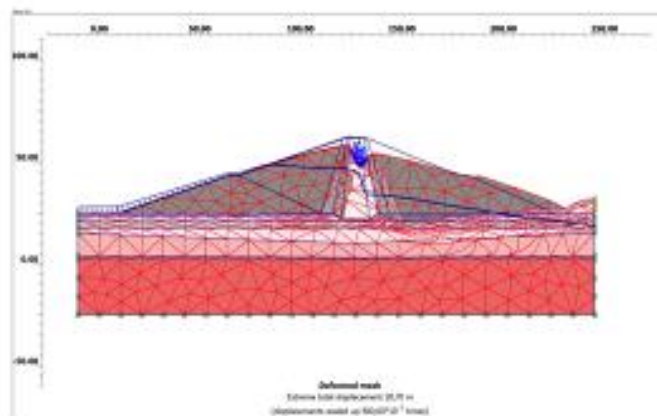
Kosong



Gempa

Pasir 2 meter

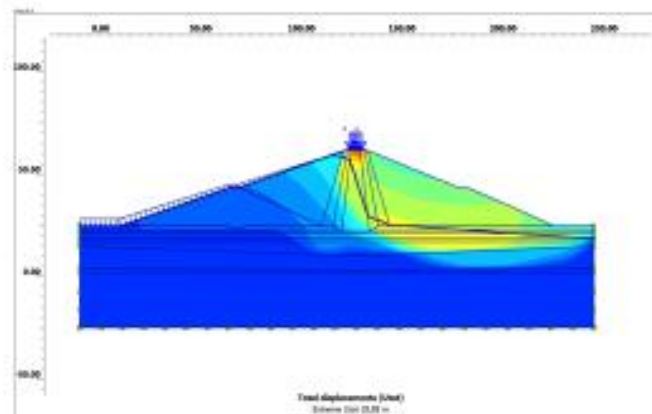
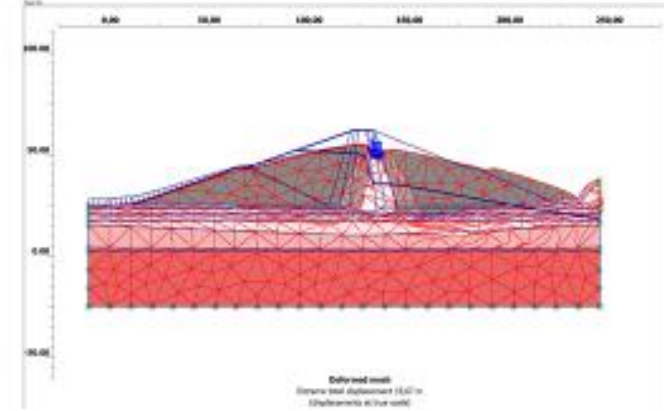
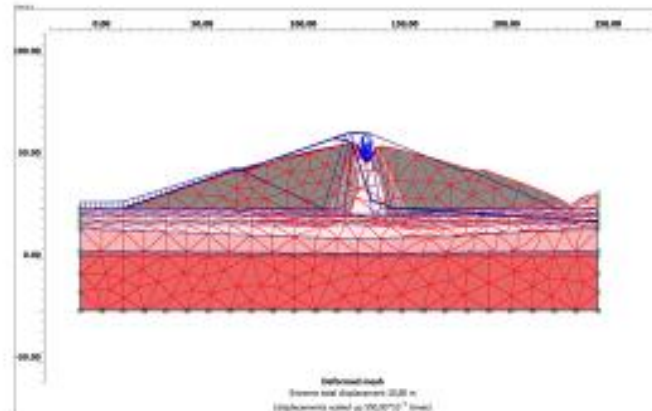
Tanpa gempa

Muka Air
Normal

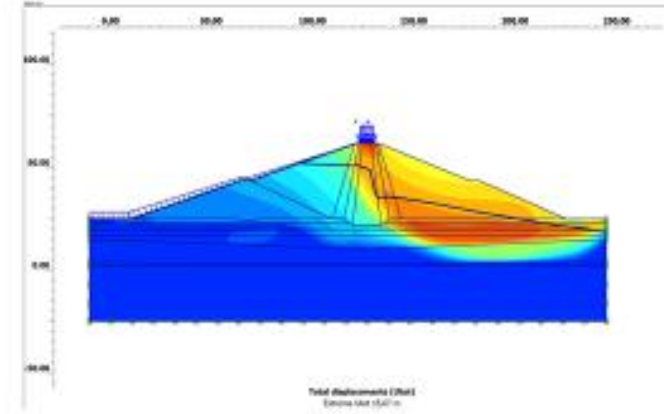
Gempa

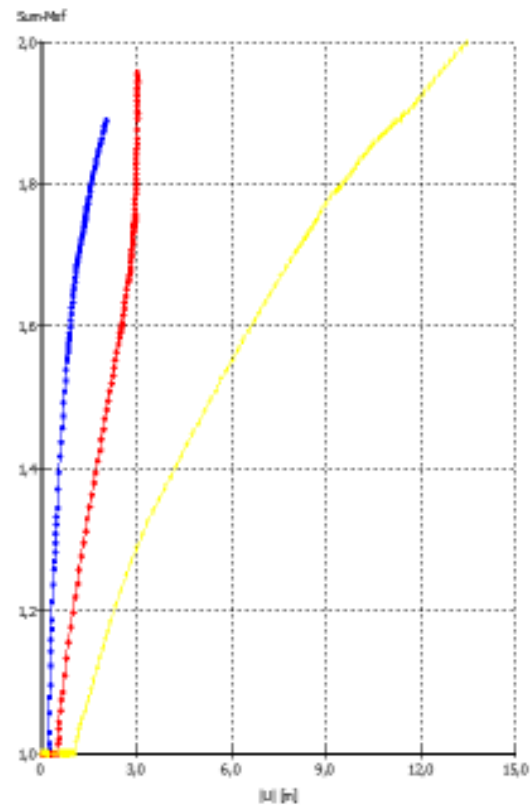
Pasir 2 meter

Tanpa gempa

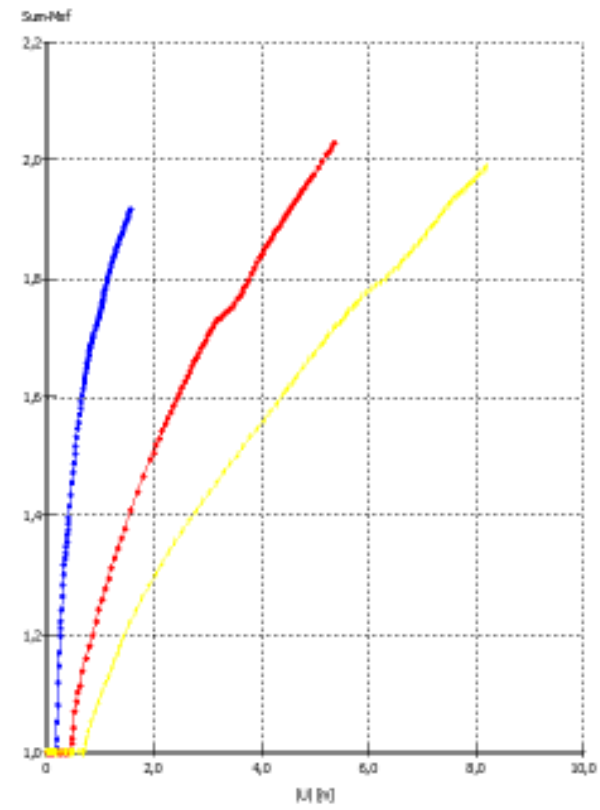


Muka Air Banjir



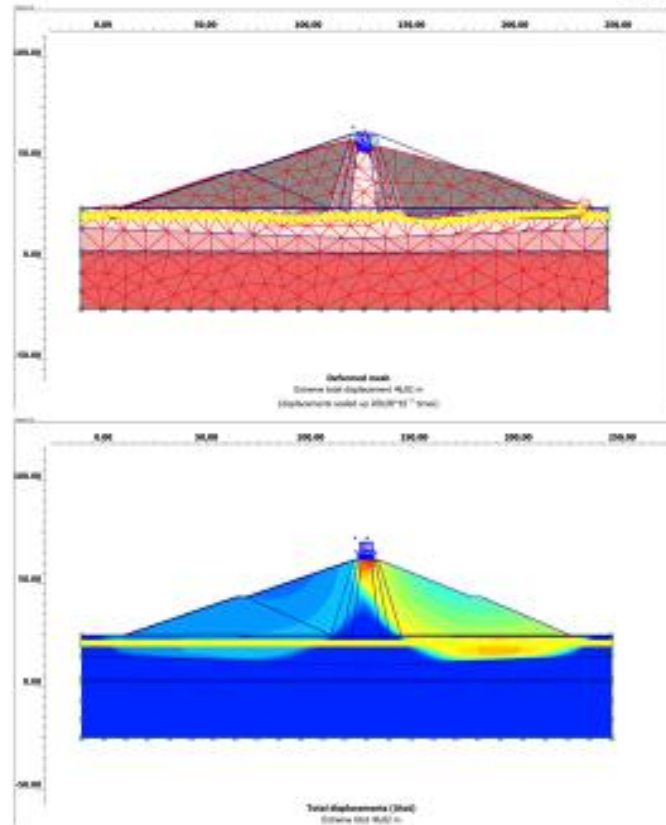


Replace Top Layer Gempa



Replace Top Layer

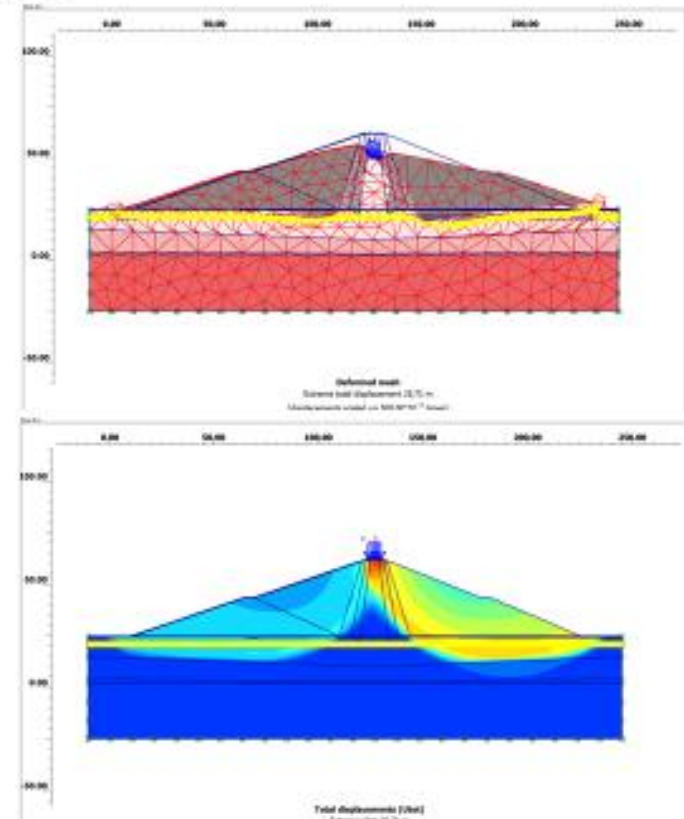
Gempa



Geotextile 3 lapis

Kosong

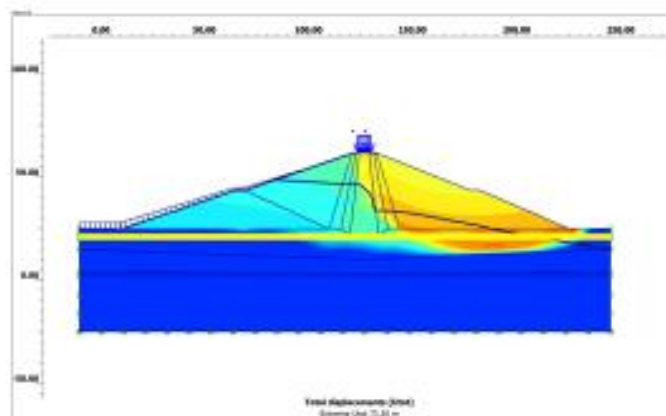
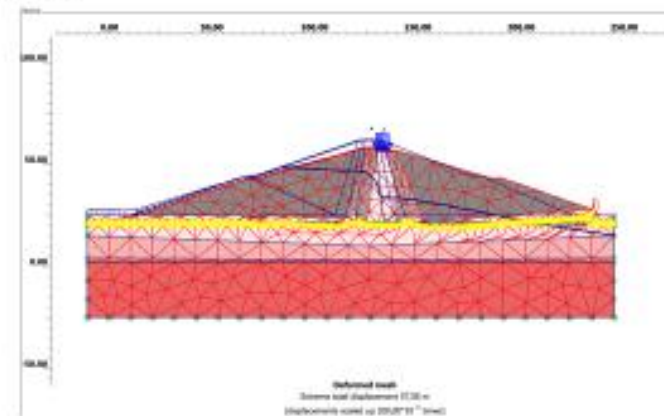
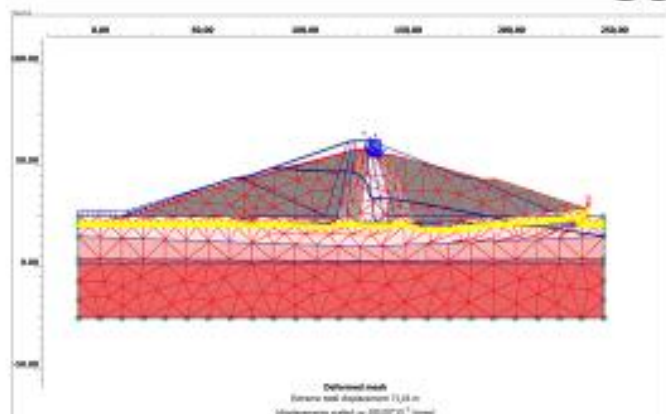
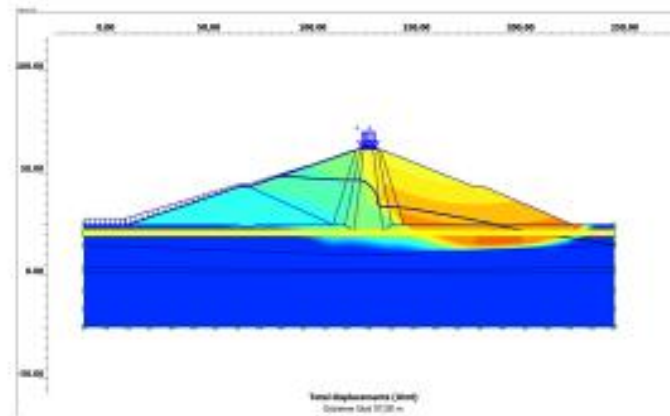
Tanpa gempa



Gempa

Geotextile 3 lapis

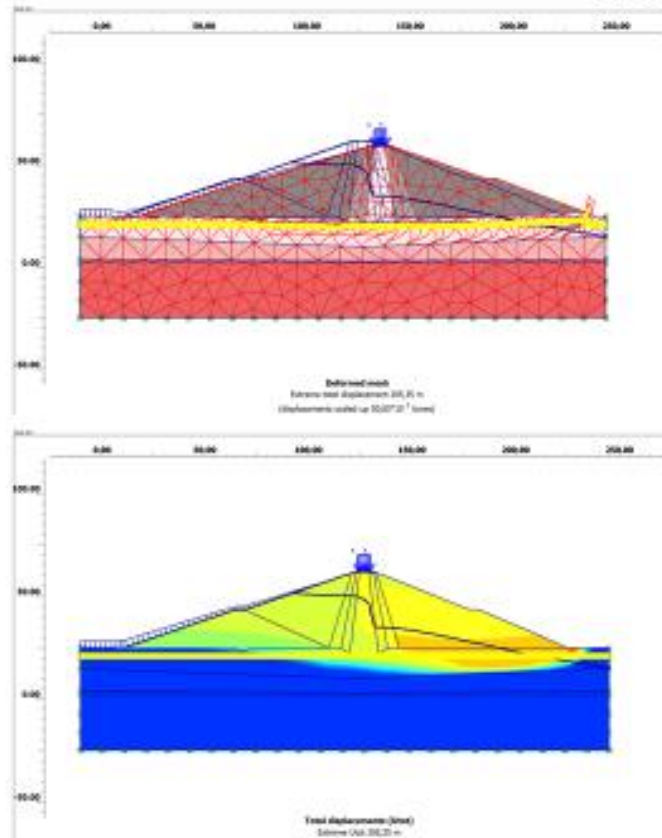
Tanpa gempa

Muka Air
Normal

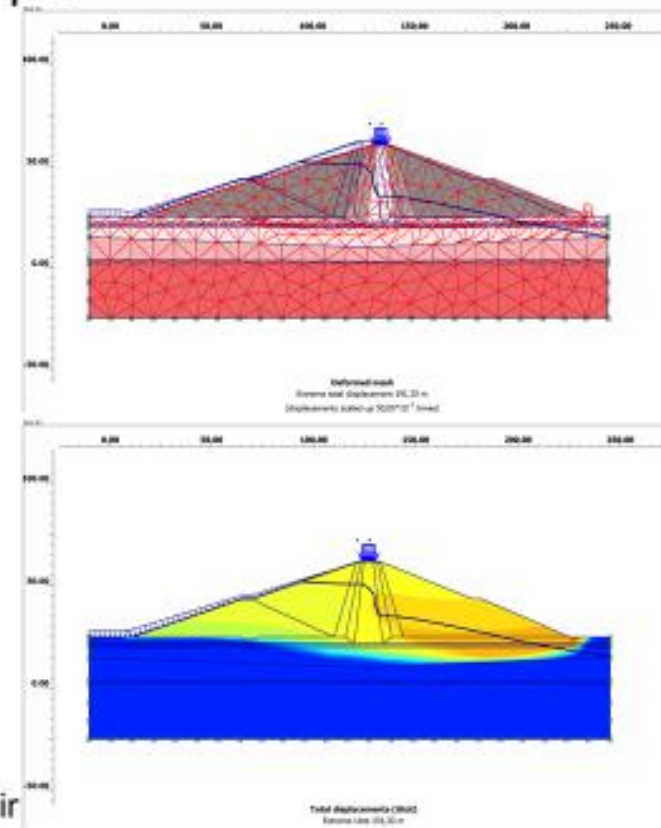
Gempa

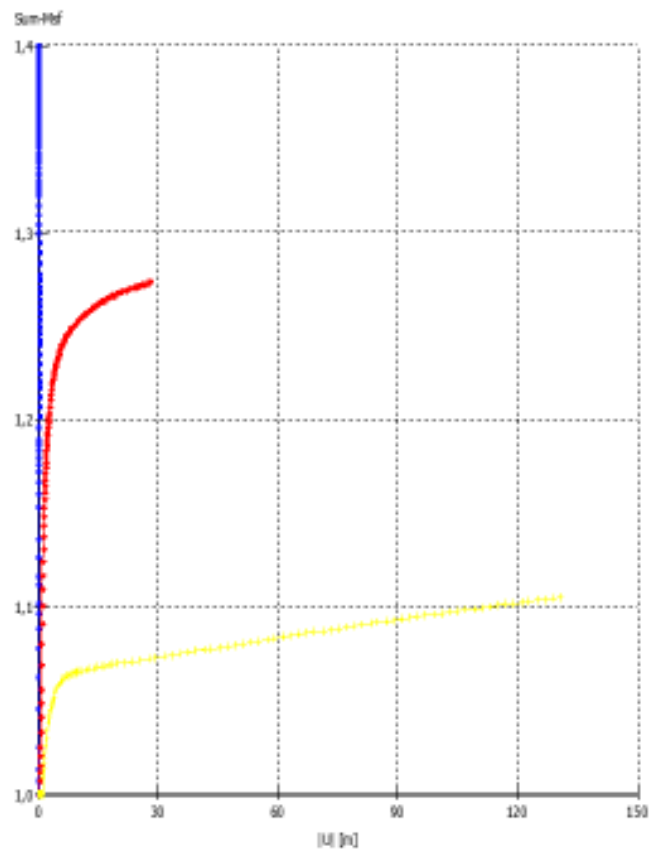
Geotextile 3 lapis

Tanpa gempa



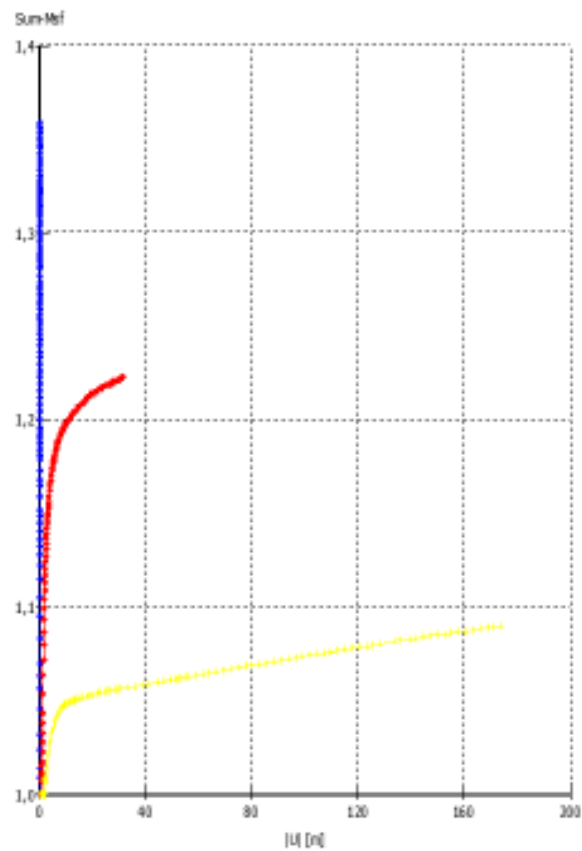
Muka Air Banjir





Geotextile 3 Lapis

—•—
kzong
—•—
muka air normal
—•—
muka air banjir



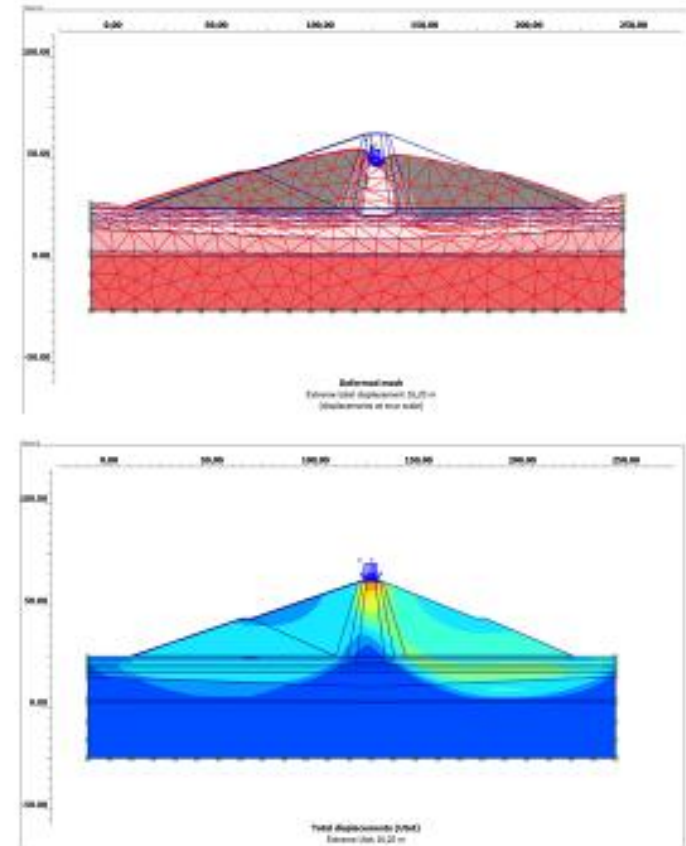
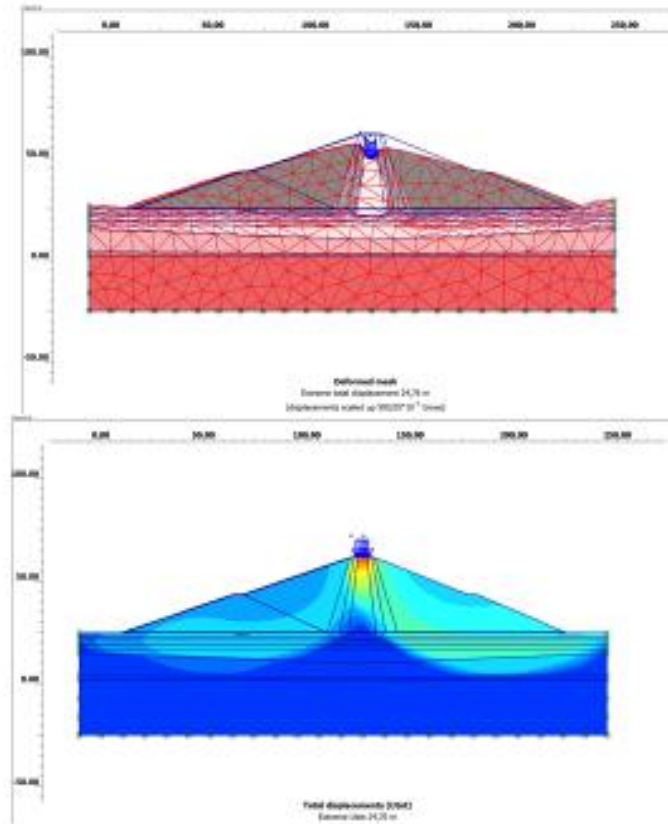
geotextile 3 lapis gempu

—•—
kzong
—•—
muka air normal
—•—
muka air banjir

Gempa

Grouting

Tanpa gempa

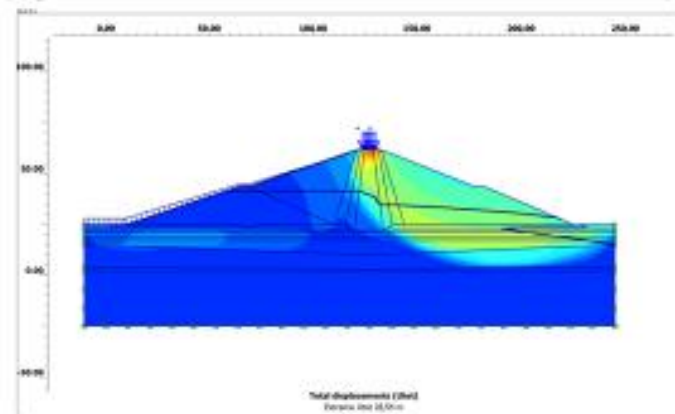
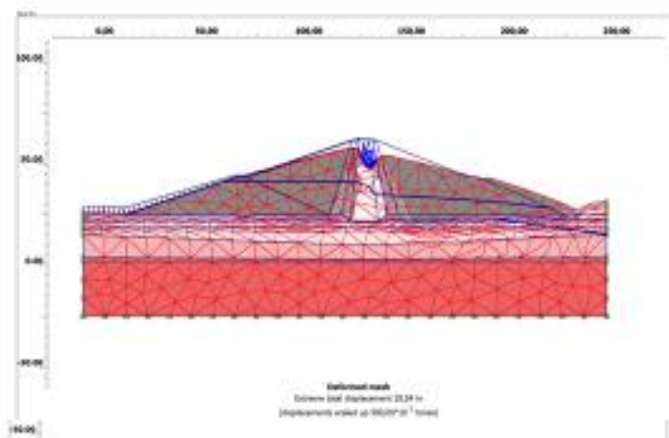
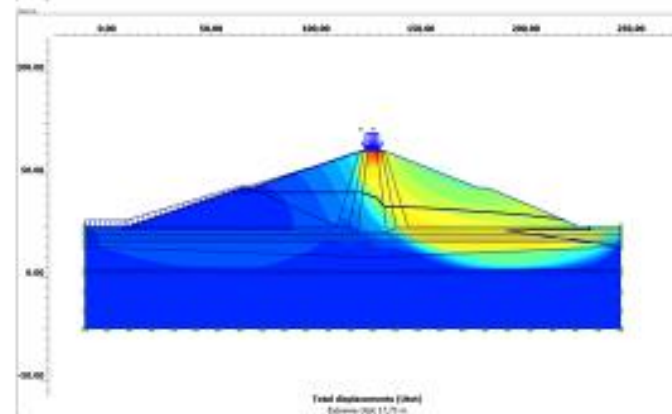
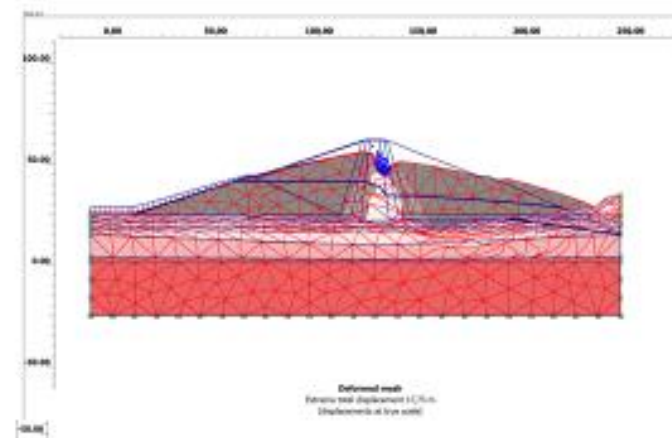


Kosong

Gempa

Grouting

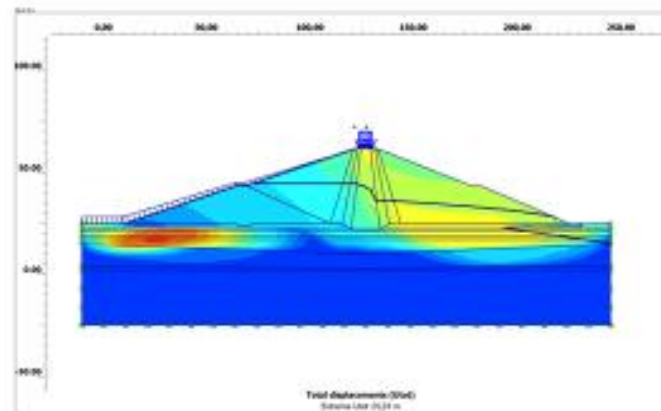
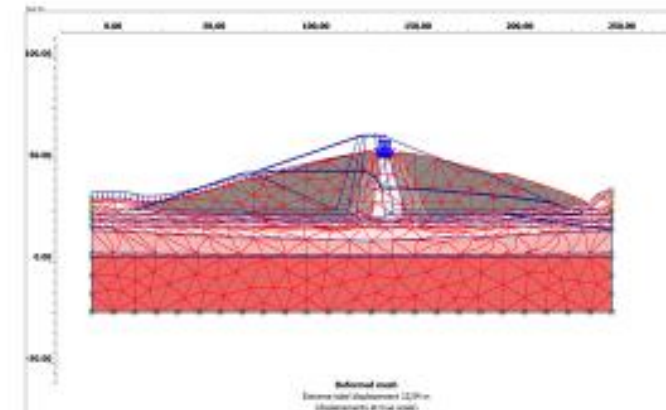
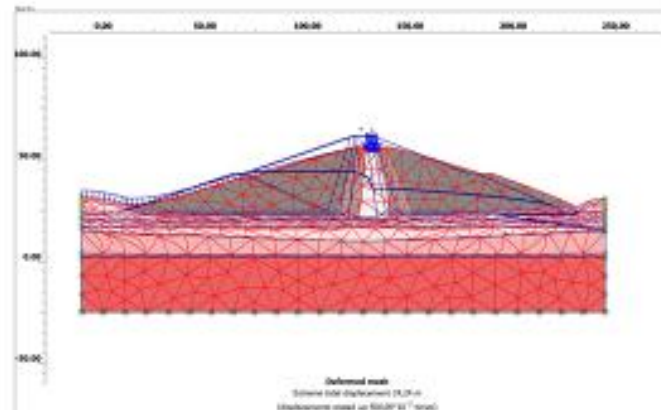
Tanpa gempa

Muka Air
Normal

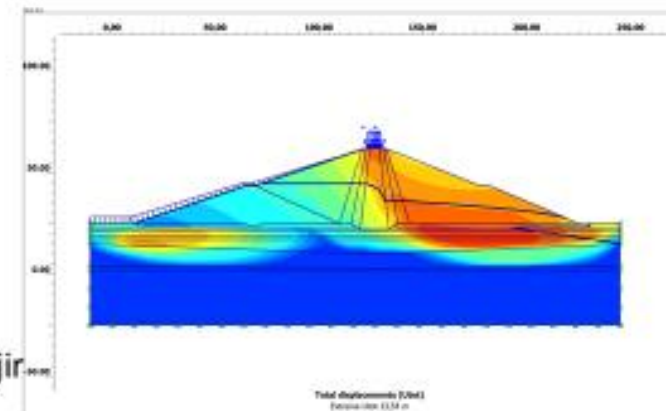
Gempa

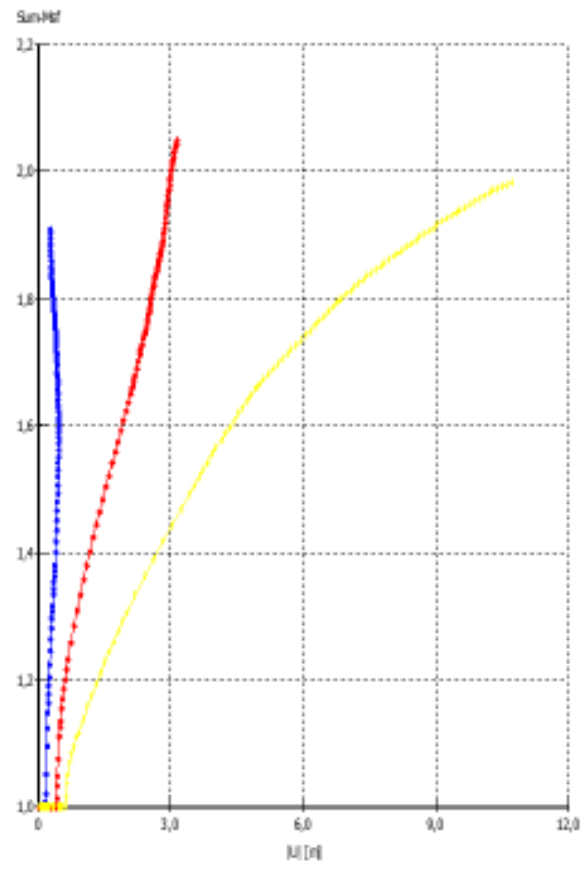
Grouting

Tanpa gempa

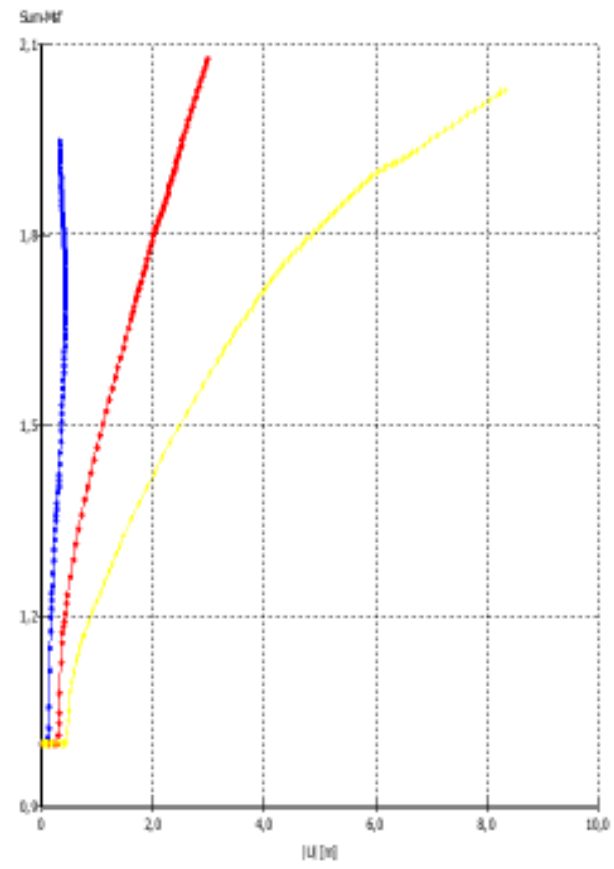


Muka Air Banjir





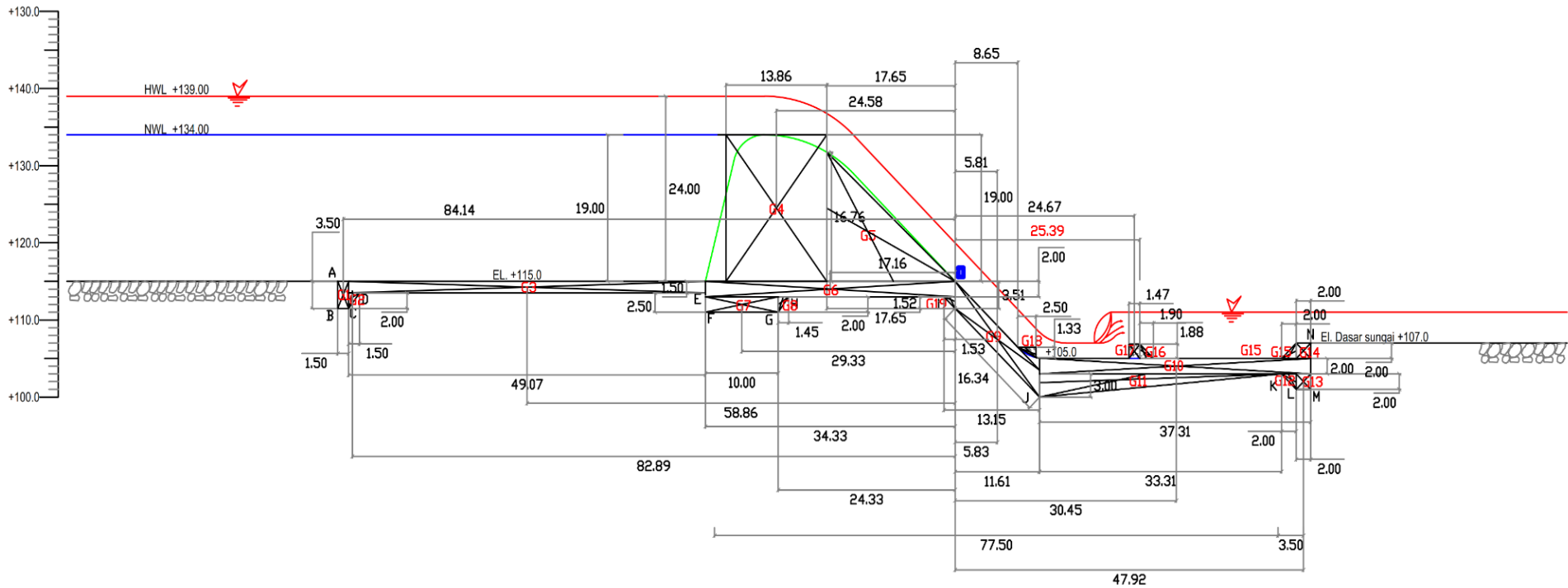
Grouting Gempa



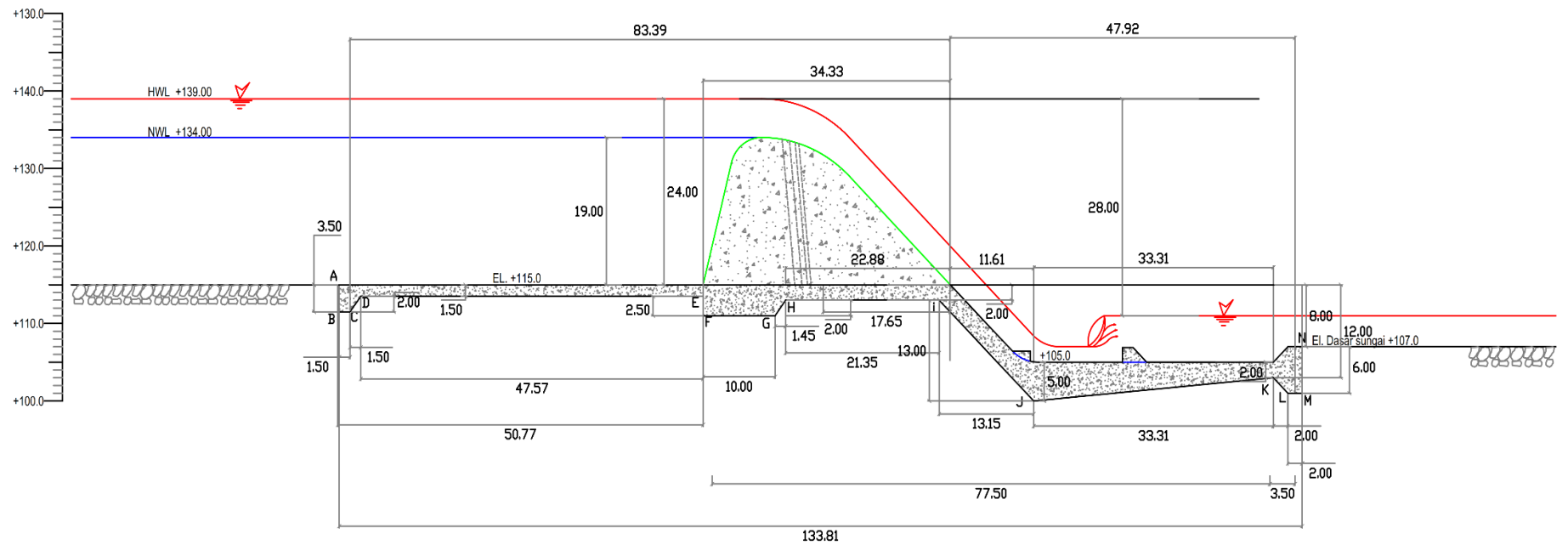
Grouting

No.	Kondisi	safety factor					Control				
		eksisting	replace top layer	Alternatif 3 (geotextile)		alternatif 4	eksisting	replace top layer	Alternatif 3		alternatif 4
			2m	3 lapis	5 lapis	grouting		2m	3 lapis	5 lapis	grouting
	kondisi tanpa pengaruh gempa										
1	kosong (konstruksi)	1,399	1,906	1,4	1,411	1,947	NOT OK	OK	NOT OK	OK	OK
2	Muka air normal	1,303	2,029	1,274	1,276	2,077	NOT OK	OK	NOT OK	NOT OK	OK
3	Muka air Banjir	1,117	1,988	1,105	1,115	2,027	NOT OK	OK	NOT OK	NOT OK	OK
4	Draw Down	1,117	1,906	1,105	1,115	1,947	NOT OK	OK	NOT OK	NOT OK	OK
	kondisi dengan pengaruh gempa										
1	kosong (konstruksi)	1,3124	1,889	1,359	1,359	1,9075	OK	OK	OK	OK	OK
2	Muka air normal	1,253	1,957	1,223	1,226	2,05	OK	OK	OK	OK	OK
3	Muka air Banjir	1,086	1,998	1,09	1,079	1,982	NOT OK	OK	NOT OK	NOT OK	OK
4	Draw Down	1,086	1,889	1,09	1,079	1,9075	NOT OK	OK	NOT OK	NOT OK	OK
Control		TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE					

Pembagian Luas Berat Sendiri
Spillway



Titik Uplift pada Spillway



TABEL
PERHITUNGAN DAYA DUKUNG IJIN (AKSIAL-TEKAN) TIANG PANCANG
BERDASARKAN HARGA SPT DAN DATA BOR, DGN FORMULA MAYEERHOF DAN BAZARA

Bor No. : BH- 1 **Depth. Increment** : 0,5 m
Project : BENDUNGAN WAY APU
Location : PULAU BURU MALUKU SELATAN
 Ø
Pile Dim. : 30 cm

Dept h (m)	N (blow/ft)	L/P	N _{>15sand} 15+..	N _{>15sand} 0,6 N	N _{>15sand}	γ _{sat} (t/m3)	γ' (t/m3)	p _o (ton/m2)	N Corr	2N	N Corr	N rata2 ujung	Q _{ujung} (ton)	f _{si} (ton/m2)	R _{si} (ton)	Σ R _{si} (ton)	Q _{ult} = Q _{ujung} + Σ R _{si}	Q _{ijin} = Q _{ult} /SF SF=3 ; (ton)
1	2	L	2,000	2,000	1	1,786	0,786	0,393	3,457	2	2,00	2,00	5,65	1,00	0,47	0,47	6,13	
1,5	2	L	2,000	2,000	1	1,786	0,786	0,786	3,043	2	2,00	2,00	5,65	1,00	0,47	0,94	6,60	
2	2	L	2,000	2,000	1	1,786	0,786	1,179	2,718	2	2,00	2,00	5,65	1,00	0,47	1,41	7,07	2,36
2,5	2	L	2,000	2,000	1	1,786	0,786	1,572	2,456	2	2,00	1,99	5,62	1,00	0,47	1,88	7,50	2,50
3	2	L	2,000	2,000	1	1,786	0,786	1,965	2,240	2	2,00	1,96	5,54	1,00	0,47	2,36	7,90	2,63
3,5	2	L	2,000	2,000	1	1,786	0,786	2,358	2,058	2	2,00	1,93	5,45	1,00	0,47	2,83	8,27	2,76
4	2	L	2,000	2,000	1	1,786	0,786	2,751	1,904	2	1,90	1,89	5,34	0,95	0,45	3,28	8,61	2,87
4,5	1,5	L	1,500	1,500	1	1,786	0,786	3,144	1,772	2	1,77	1,83	5,18	0,89	0,42	3,69	8,87	2,96
5	1	L	1,000	1,000	1	1,786	0,786	3,537	1,656	2	1,66	1,77	4,99	0,83	0,39	4,08	9,08	3,03
5,5	1	L	1,000	1,000	1	1,919	0,919	3,9965	1,539	2	1,54	1,69	4,79	0,77	0,36	4,45	9,23	3,08
6	1	L	1,000	1,000	1	1,919	0,919	4,456	1,438	2	1,44	1,61	4,56	0,72	0,34	4,79	9,35	3,12
6,5	2	L	2,000	2,000	1	1,919	0,919	4,9155	1,349	2	1,35	1,53	4,32	0,67	0,32	5,10	9,42	3,14
7	2	L	2,000	2,000	1	1,919	0,919	5,375	1,270	2	1,27	1,54	4,36	0,63	0,30	5,40	9,76	3,25
7,5	2	L	2,000	2,000	1	1,919	0,919	5,8345	1,200	2	1,20	1,56	4,41	0,60	0,28	5,68	10,09	3,36
8	3	L	3,000	3,000	1	1,919	0,919	6,294	1,137	2	1,14	1,58	4,47	0,57	0,27	5,95	10,42	3,47
8,5	4	L	4,000	4,000	2	1,919	0,919	6,7535	2,161	4	2,16	1,61	4,56	1,08	0,51	6,46	11,02	3,67

9	4	L	4,000	4,000	2	1,919	0,919	7,213	2,059	4	2,06	1,75	4,94	1,03	0,49	6,95	11,89	3,96
9,5	6	L	6,000	6,000	2	1,919	0,919	7,6725	1,991	4	1,99	1,89	5,35	1,00	0,47	7,42	12,77	4,26
10	1	L	1,000	1,000	2	1,919	0,919	8,132	1,969	4	1,97	2,04	5,77	0,98	0,46	7,88	13,65	4,55
10,5	12	P	12,000	12,000	3	2,103	1,103	8,6835	2,914	6	2,91	2,19	6,21	0,58	0,27	8,16	14,36	4,79
11	14	P	14,000	14,000	3	2,103	1,103	9,235	2,875	6	2,88	2,35	6,65	0,58	0,27	8,43	15,07	5,02
11,5	16	P	15,500	9,600	3	2,103	1,103	9,7865	2,838	6	2,84	2,51	7,10	0,57	0,27	8,69	15,79	5,26
12	19	P	17,000	11,400	3	2,103	1,103	10,338	2,801	6	2,80	2,56	7,25	0,56	0,26	8,96	16,21	5,40
12,5	16	P	15,500	9,600	3	2,103	1,103	10,89	2,766	6	2,77	2,62	7,42	0,55	0,26	9,22	16,64	5,55
13	15	P	15,000	15,000	3	2,103	1,103	11,441	2,731	6	2,73	2,69	7,60	0,55	0,26	9,48	17,08	5,69
13,5	13	P	13,000	13,000	3	2,103	1,103	11,993	2,697	6	2,70	2,75	7,78	0,54	0,25	9,73	17,51	5,84
14	12	P	12,000	12,000	3	2,103	1,103	12,544	2,664	6	2,66	2,72	7,68	0,53	0,25	9,98	17,66	5,89
14,5	10	P	10,000	10,000	3	2,103	1,103	13,096	2,632	6	2,63	2,68	7,59	0,53	0,25	10,23	17,82	5,94
15	7	P	7,000	7,000	3	2,103	1,103	13,647	2,600	6	2,60	2,65	7,49	0,52	0,25	10,47	17,97	5,99
15,5	8	P	8,000	8,000	3	2,136	1,136	14,215	2,569	6	2,57	2,62	7,40	0,51	0,24	10,72	18,12	6,04
16	8	P	8,000	8,000	3	2,136	1,136	14,783	2,538	6	2,54	2,59	7,31	0,51	0,24	10,96	18,27	6,09
16,5	8	P	8,000	8,000	3	2,136	1,136	15,351	2,508	6	2,51	2,56	7,23	0,50	0,24	11,19	18,42	6,14
17	8	P	8,000	8,000	3	2,136	1,136	15,919	2,478	6	2,48	2,69	7,59	0,50	0,23	11,43	19,02	6,34
17,5	8	P	8,000	8,000	3	2,136	1,136	16,487	2,450	6	2,45	3,21	9,07	0,49	0,23	11,66	20,73	6,91
18	9	P	9,000	9,000	3	2,136	1,136	17,055	2,422	6	2,42	4,12	11,64	0,48	0,23	11,88	23,52	7,84
18,5	8	P	8,000	8,000	5	2,136	1,136	17,623	3,990	10	3,99	5,40	15,26	0,80	0,38	12,26	27,52	9,17
19	8	P	8,000	8,000	10	2,136	1,136	18,191	7,891	20	7,89	6,90	19,50	1,58	0,74	13,00	32,51	10,84
19,5	7	P	7,000	7,000	15	2,136	1,136	18,759	11,705	30	11,71	8,69	24,56	2,34	1,10	14,11	38,66	12,89
20	6	P	6,000	6,000	20	2,136	1,136	19,327	15,436	40	15,44	10,83	30,62	3,09	1,45	15,56	46,18	15,39
20,5	6	P	6,000	6,000	23	2,099	1,099	19,877	17,565	46	17,57	13,39	37,87	3,51	1,66	17,22	55,09	18,36
21	6	P	6,000	6,000	27	2,099	1,099	20,426	20,406	54	20,41	16,23	45,88	4,08	1,92	19,14	65,02	21,67
21,5	7	P	7,000	7,000	32	2,099	1,099	20,976	23,936	64	23,94	19,40	54,84	4,79	2,26	21,40	76,24	25,41
22	9	P	9,000	9,000	38	2,099	1,099	21,525	28,135	76	28,14	22,52	63,66	5,63	2,65	24,05	87,71	29,24
22,5	10	P	10,000	10,000	42	2,099	1,099	22,075	30,784	84	30,78	25,43	71,89	6,16	2,90	26,95	98,84	32,95
23	10	P	10,000	10,000	47	2,099	1,099	22,624	34,105	94	34,10	27,99	79,14	6,82	3,21	30,16	109,31	36,44

23,5	11	P	11,000	11,000	49	2,099	1,099	23,174	35,205	98	35,21	30,36	85,83	7,04	3,32	33,48	119,31	39,77
24	12	P	12,000	12,000	52	2,099	1,099	23,723	36,996	104	37,00	32,61	92,19	7,40	3,49	36,97	129,16	43,05
24,5	13	P	13,000	13,000	53	2,099	1,099	24,273	37,342	106	37,34	34,81	98,42	7,47	3,52	40,49	138,91	46,30
25	16	P	15,500	9,600	56	2,099	1,099	24,822	39,077	112	39,08	36,62	103,54	7,82	3,68	44,17	147,71	49,24
25,5	20	P	17,500	12,000	58	2,121	1,121	25,383	40,081	116	40,08	37,97	107,36	8,02	3,78	47,95	155,30	51,77
26	22	P	18,500	13,200	62	2,121	1,121	25,943	42,435	124	42,43	39,02	110,31	8,49	4,00	51,95	162,26	54,09
26,5	24	P	19,500	14,400	62	2,121	1,121	26,504	42,031	124	42,03	39,69	112,23	8,41	3,96	55,91	168,14	56,05
27	27	P	21,000	16,200	62	2,121	1,121	27,064	41,636	124	41,64	40,12	113,43	8,33	3,92	59,83	173,26	57,75
27,5	26	P	20,500	15,600	62	2,121	1,121	27,625	41,248	124	41,25	40,38	114,16	8,25	3,89	63,72	177,88	59,29
28	24	P	19,500	14,400	62	2,121	1,121	28,185	40,867	124	40,87	40,65	114,94	8,17	3,85	67,57	182,51	60,84
28,5	22	P	18,500	13,200	62	2,121	1,121	28,746	40,493	124	40,49	40,81	115,39	8,10	3,82	71,39	186,77	62,26
29	20	P	17,500	12,000	62	2,121	1,121	29,306	40,126	124	40,13	40,89	115,61	8,03	3,78	75,17	190,78	63,59
29,5	18	P	16,500	10,800	62	2,121	1,121	29,867	39,765	124	39,76	40,70	115,07	7,95	3,75	78,92	193,99	64,66
30	17	P	16,000	10,200	62	2,121	1,121	30,427	39,411	124	39,41	40,51	114,53	7,88	3,71	82,63	197,16	65,72

Keterangan :

*) $P_{ijin} = P_{ujung}/3 + \sum R_{si}/3$

N	=	Harga SPT lapangan	N rata2 ujung	=	N corr rata-rata ujung tiang
L/P	=	Lempung / Pasir	P ujung	=	Daya dukung tiang
N > 15sand	=	Koreksi N>15 untuk lapisan pasir	fsi	=	Daya lekatan per-satuan luas
γ_{sat}	=	Berat volume tanah jenuh	Rsi	=	Daya lekatan per-meter panjang selimut
γ'	=	Berat volume tanah efektif	$\sum R_{si}$	=	Kumulatif Rsi
p_o	=	Overburden pressure	Pult	=	P ujung + $\sum R_{si}$
N	=	N terkoreksi	Pijin	=	Daya dukung ijin
Corr	=				

Catatan : Perkiraan daya dukung teoritis dengan kenyataan kedalaman tiang pancang di lapangan biasanya selisih $\pm 1-2$ meter

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

[illegible]



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

HASIL UJI LABORATORIUM.

KLIENT : PT. ABCO CONSULTANT.
PROYEK : DED Bendungan Way Apu, P. Buru, Kab. Buru, Maluku.
LOKASI : Way Apu, P. Buru.
TITIK BOR : AS 2 / BH - I
TGL. TEST : 20 s/d 30 Oktober 2014

Kedalaman	GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY										DIRECT SHEAR		UNC
	G	S	Slt+C	LL	PL	IP	e	Gs	Sr	n	Wc	γt	γsat	γd	φ	C	qu		
(m)																			
-5,00	0.00	1.20	98.80	43.80	30.29	13.51	1.079	2.634	93.44	51.90	38.28	1.752	1.786	1.267				0.15	
-10,00	0.00	3.70	96.30	45.30	29.03	16.27	0.759	2.617	91.79	43.15	26.62	1.884	1.919	1.488				0.21	
-15,00	0.00	68.90	31.10	N.P.	*	*	0.421	2.568	81.98	29.63	13.44	2.050	2.103	1.807	9	0.05			
-20,00	8.40	66.00	25.60	N.P.	*	*	0.337	2.519	69.82	25.21	9.34	2.060	2.136	1.884	17	0.02			
-25,00	24.20	42.40	33.40	N.P.	*	*	0.435	2.577	99.50	30.31	16.80	2.097	2.099	1.796	25	0			
-30,00	10.50	53.70	35.80	N.P.	*	*	0.382	2.549	84.63	27.64	12.68	2.078	2.121	1.844	25	0			
-35,00	12.10	48.40	39.50	N.P.	*	*	0.412	2.601	84.86	29.18	13.44	2.090	2.134	1.842	26	0			
-40,00	23.80	43.20	33.00	N.P.	*	*	0.306	2.529	62.64	23.43	7.58	2.083	2.171	1.936	25	0			
-45,00	22.60	21.80	55.60	N.P.	*	*	0.374	2.624	59.93	27.22	8.54	2.073	2.182	1.910	26	0			
-50,00	57.40	37.30	5.30	N.P.	*	*	0.329	2.580	64.26	24.76	8.19	2.100	2.189	1.941	26	0			

KETERANGAN

G = Kerikil/Kerikil

S = Pasir Pasir

S+C = Lempung + lanau

e

= Angka Pori

n

= Porositas (%)

Gs

= Gravitasi spesifik

Sr

= Kejenuhan (%)

Wc

= Kadar air (%)

γ_t

= Berat volum tanah (gr/cc)

γ_d

= Berat volum tanah kering (gr/cc)

γ_{sat}

= Berat volum tanah jenuh (gr/cc)

γ'

= Berat volume efektif tanah (gr/cc)

*

= Tidak di test

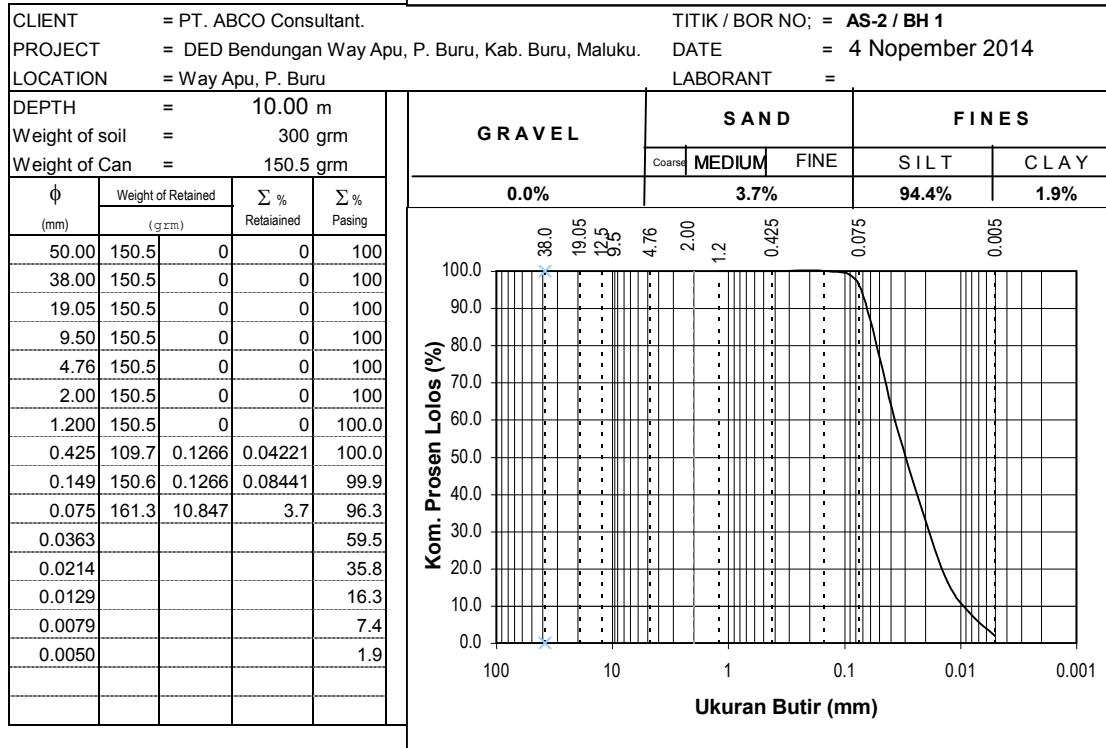
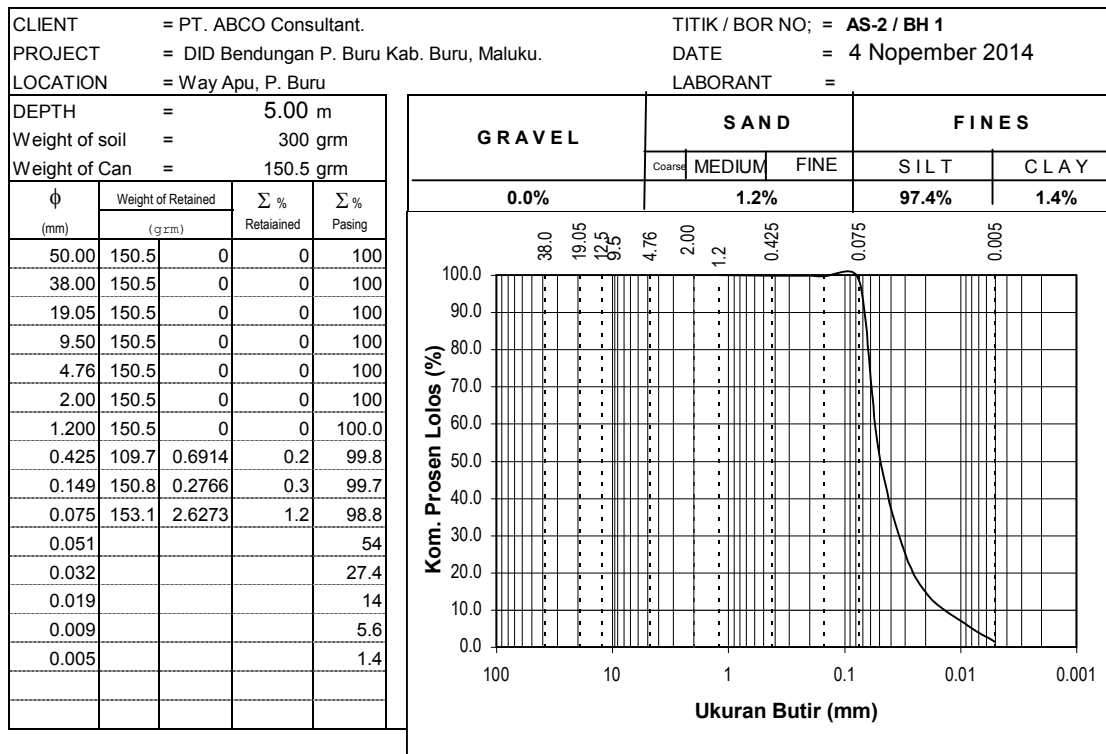
qu = Kekuatan Unconfined

tanah/batuan (kg/cm²)

C = Kohesi (kg/cm²)

ϕ := Sudut geser dalam

(derajat)

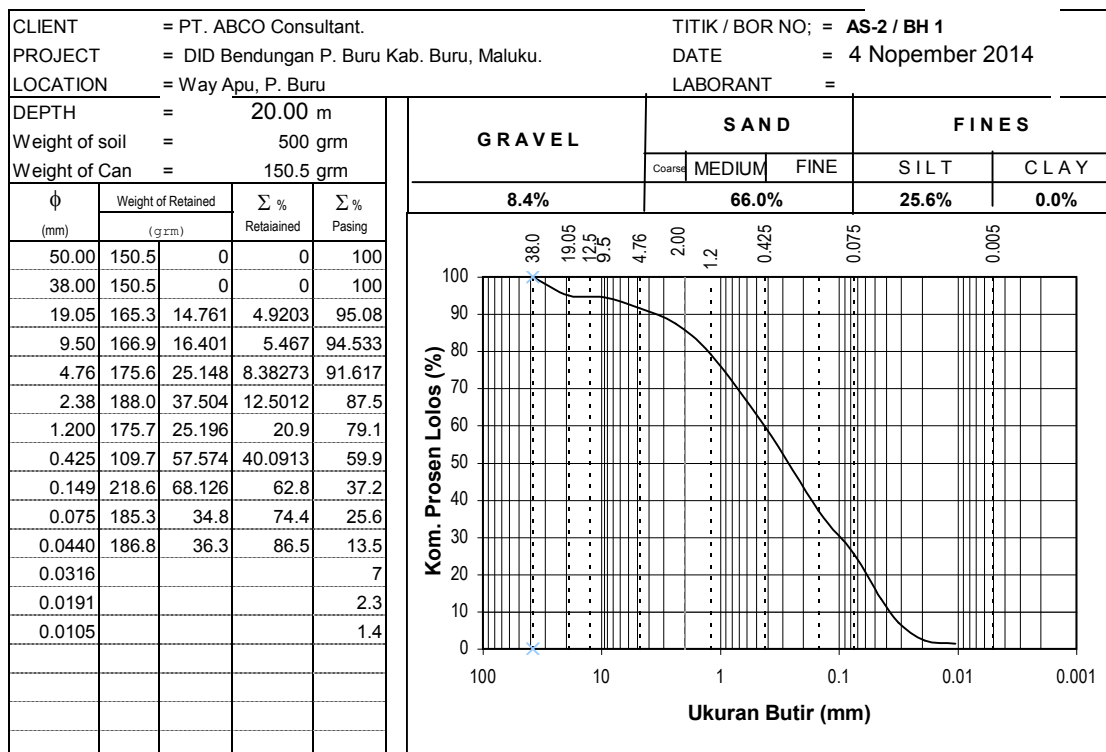
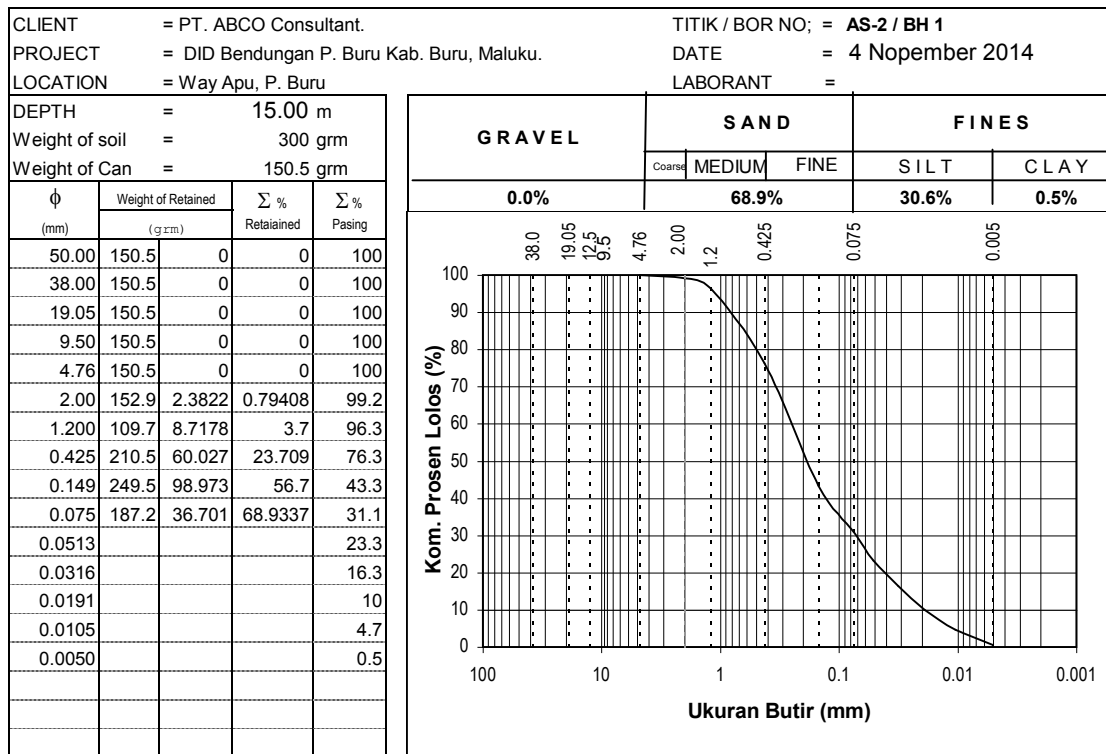
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE**



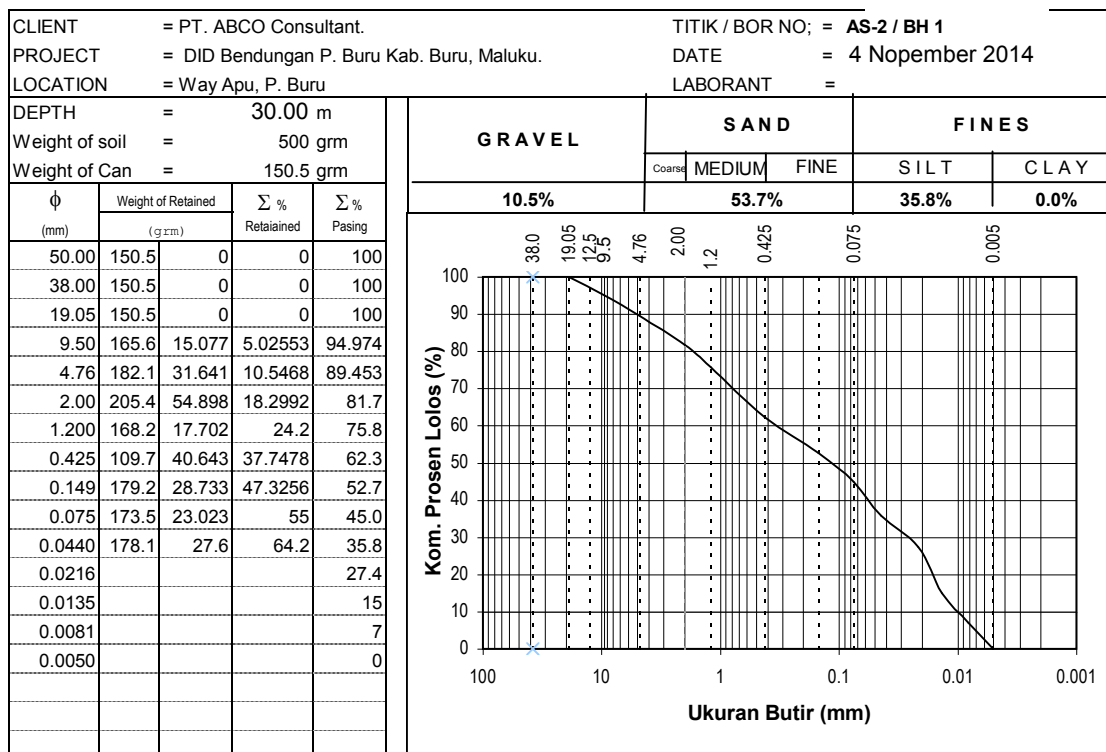
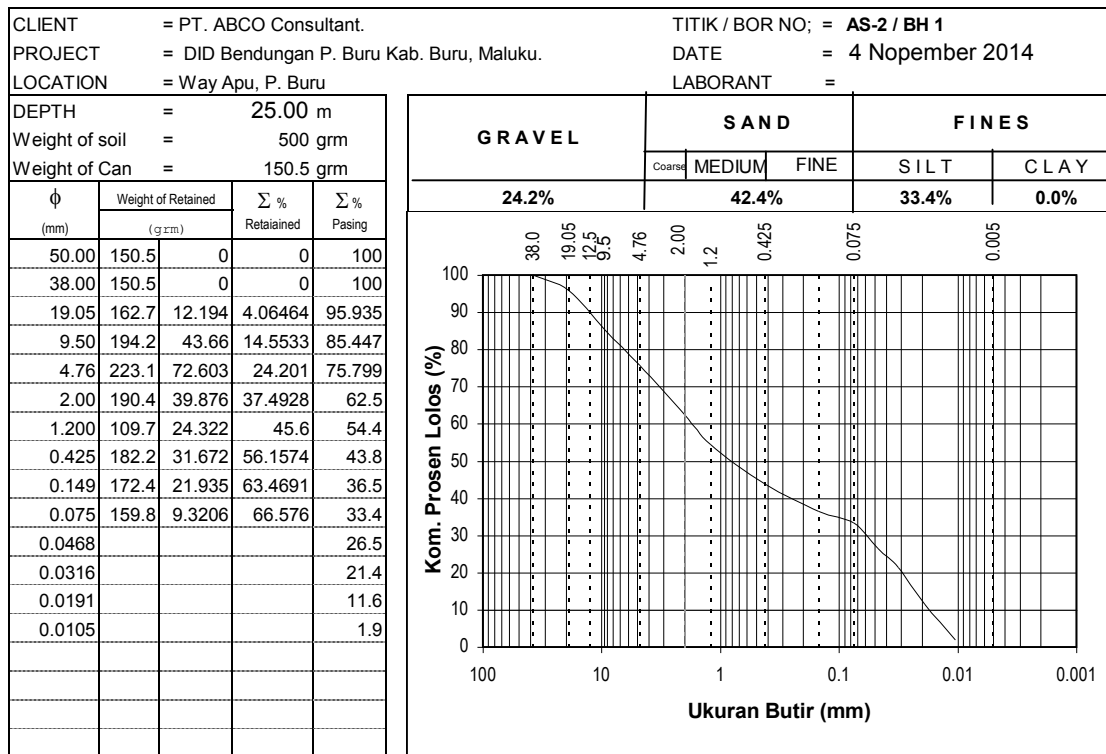
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

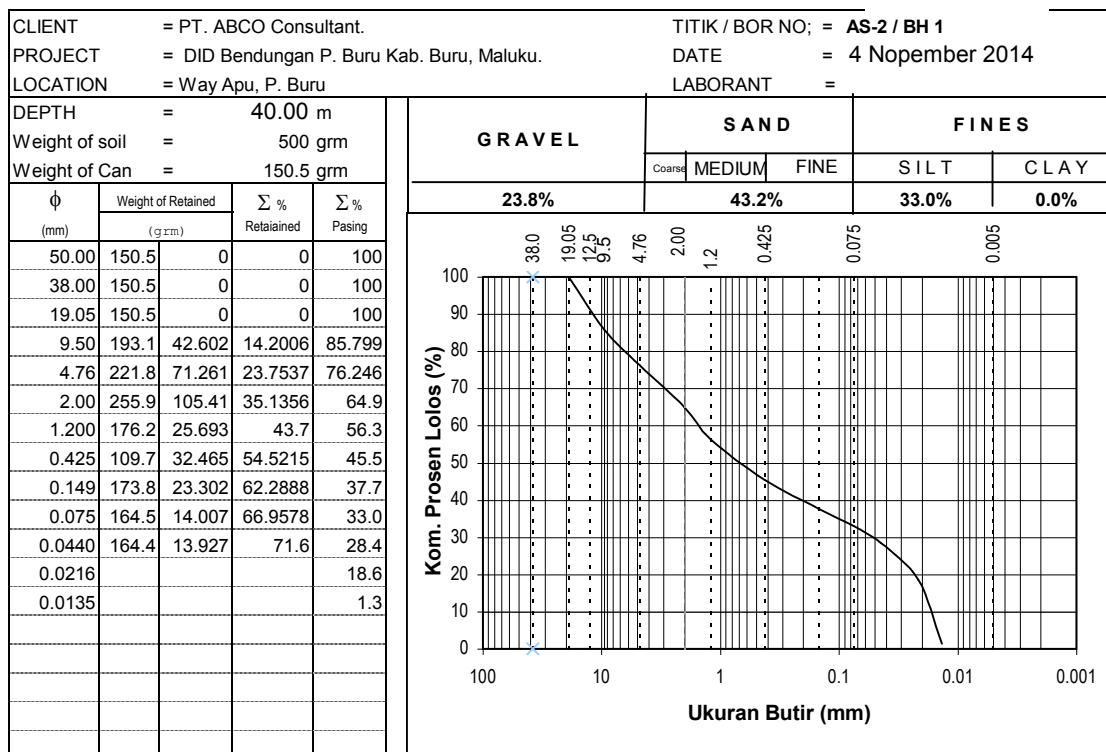
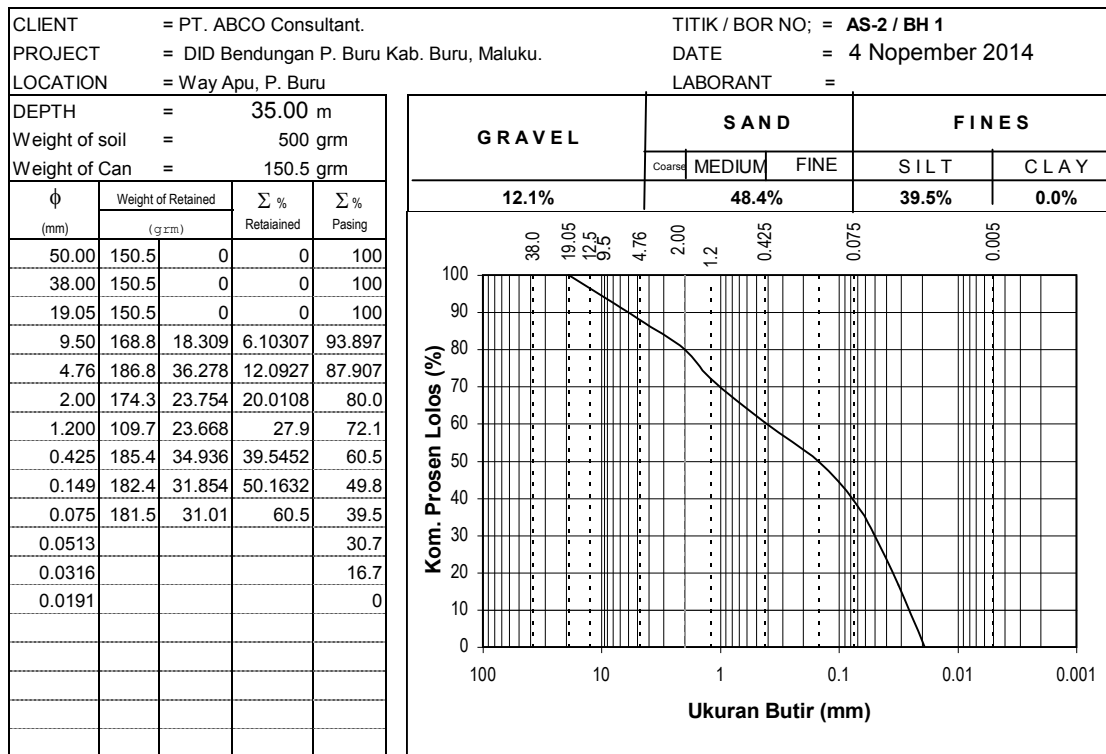


GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



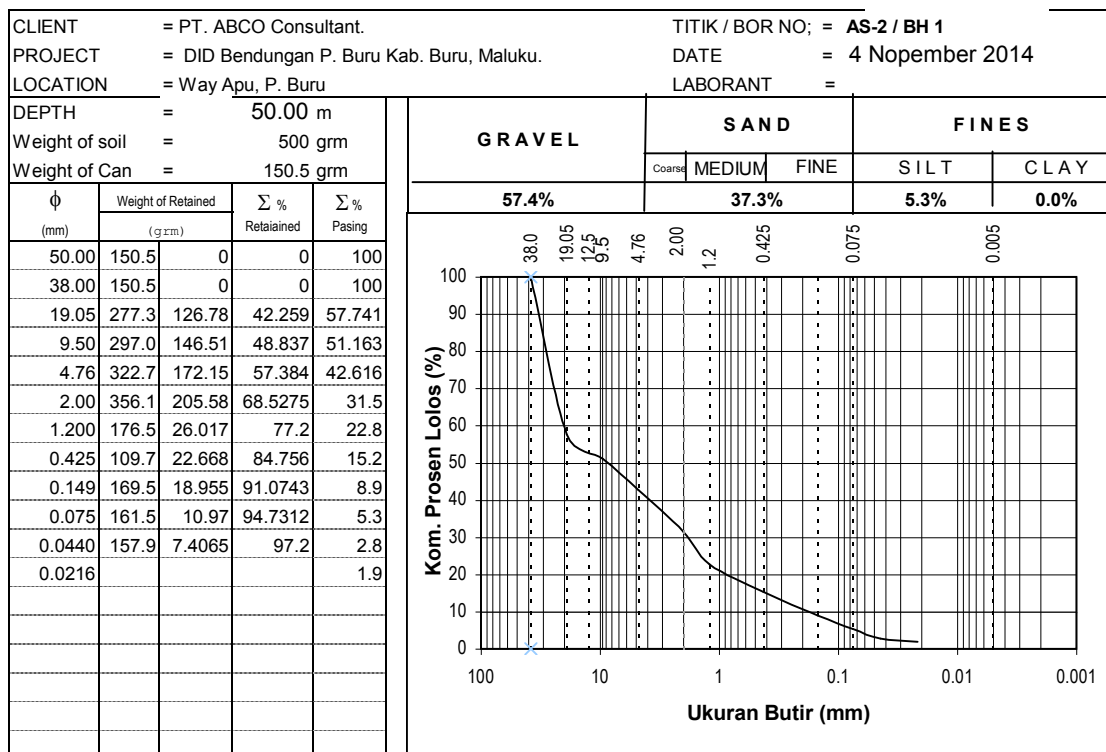
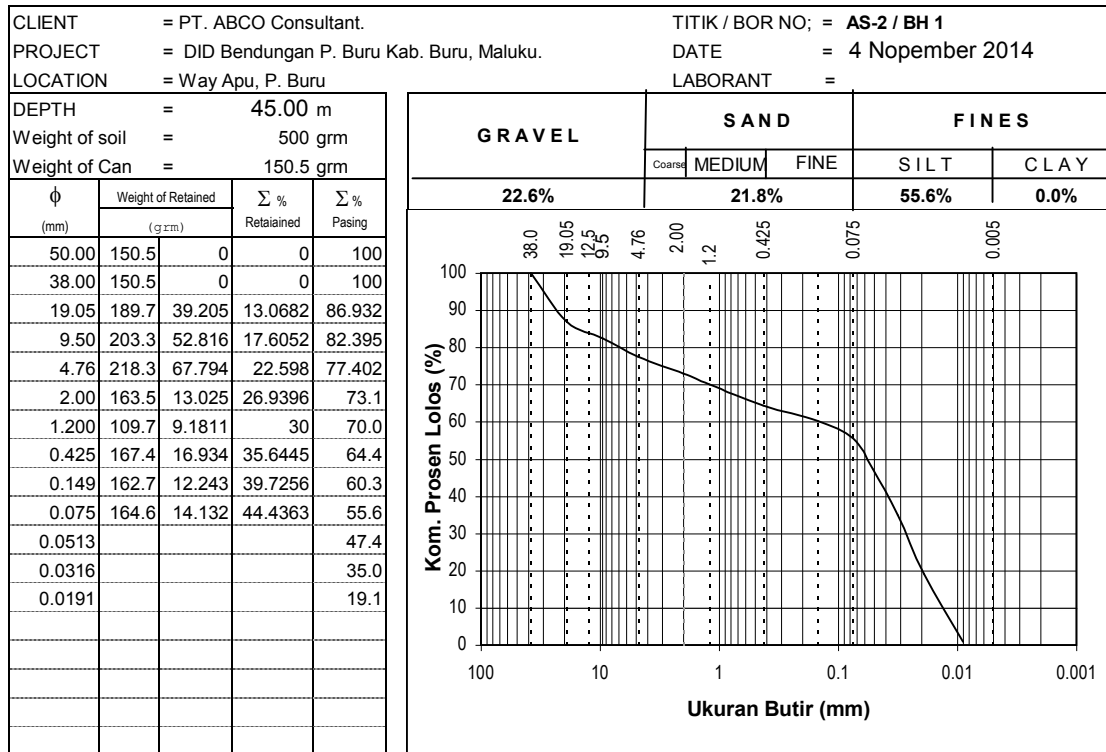


GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE





GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

HASIL UJI LABORATORIUM.

KLIEN : PT. ABCO CONSULTANT.
PROYEK : DED Bendungan Way Apu, P. Buru, Kab. Buru, Maluku.
LOKASI : Way Apu, P. Buru.
TITIK BOR : AS 2 / BH - 2
TGL. TEST : 20 s/d 30 Oktober 2014

Kedalaman	GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY										DIRECT SHEAR		UNC
	G	S	Slt+C	LL	PL	IP	e	Gs	Sr	n	Wc	γt	γsat	γd	φ	C	qu		
(m)																			
-5,00	0.00	2.80	97.20	47.10	31.49	15.61	1.017	2.676	86.52	50.42	32.88	1.763	1.831	1.327				0.20	
-10,00	0.00	15.90	84.10	40.80	26.28	14.52	0.454	2.618	84.41	31.22	14.64	2.064	2.113	1.801				0.25	
-15,00	0.40	26.30	73.30	42.70	27.61	15.09	0.456	2.621	84.20	31.32	14.65	2.064	2.113	1.800				0.30	
-20,00	3.20	78.20	18.60	N.P.	*	*	0.418	2.593	74.53	29.48	12.01	2.048	2.123	1.829	14	0			
-25,00	10.20	67.50	22.30	N.P.	*	*	0.309	2.537	72.18	23.61	8.79	2.109	2.174	1.938	24	0			
-30,00	14.60	51.90	33.50	N.P.	*	*	0.357	2.526	77.68	26.31	10.98	2.066	2.125	1.861	26	0			
-35,00	12.20	47.30	40.50	N.P.	*	*	0.342	2.611	60.77	25.48	7.96	2.100	2.200	1.946	26	0			
-40,00	35.30	37.50	27.20	N.P.	*	*	0.302	2.535	63.37	23.20	7.55	2.094	2.179	1.947	25	0			
-45,00	46.80	30.70	22.50	N.P.	*	*	0.330	2.528	63.71	24.81	8.32	2.059	2.149	1.901	26	0			
-50,00	21.80	47.80	30.40	N.P.	*	*	0.347	2.508	91.34	25.76	12.64	2.097	2.120	1.862	26	0			

KETERANGAN

G = Kerikil/Kerikil

S = Pasir Pasir

S+C = Lempung + lanau

e

=

Angka Pori

n

=

Porositas (%)

Gs

=

Gravitas spesifik

Sr

=

Kejuhan (%)

Wc

=

Kadar air (%)

γ_t

=

Berat volum tanah (gr/cc)

γ_d

=

Berat volum tanah kering (gr/cc)

γ_{sat}

=

Berat volum tanah jenuh (gr/cc)

γ'

=

Berat volume efektif tanah (gr/cc)

*

=

Tidak di test

q_u = Kekuatan Unconfined

tanah/batuan (kg/cm²)

C = Kohesi (kg/cm²)

ϕ := Sudut geser dalam

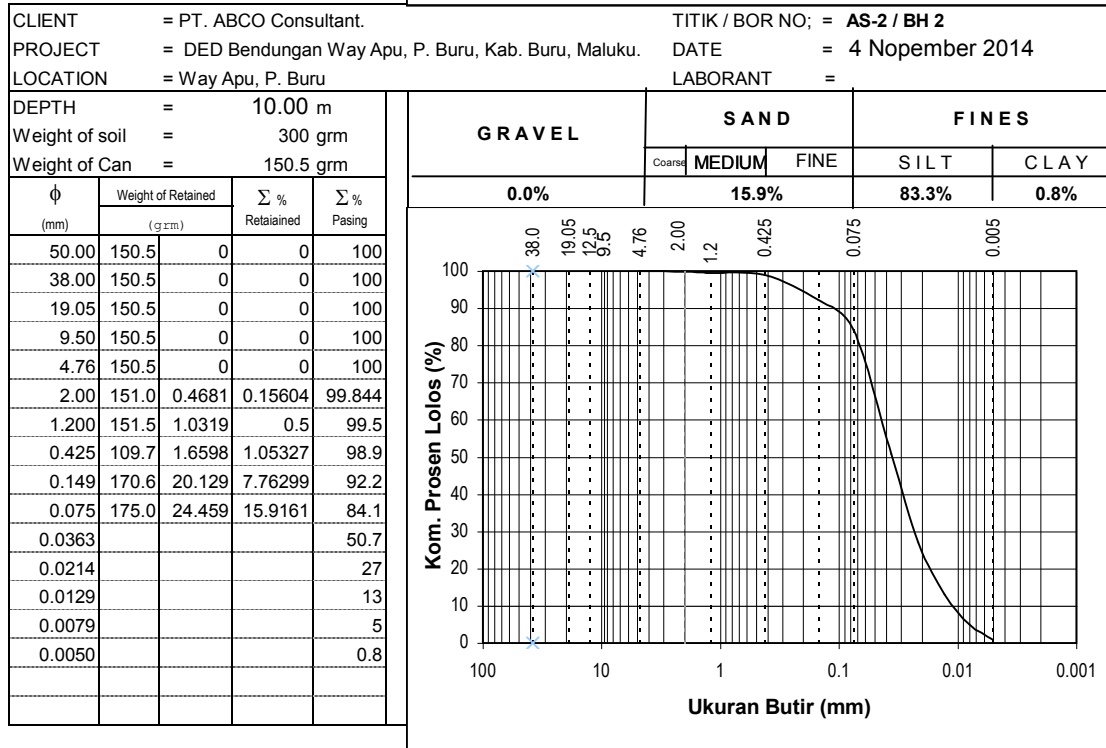
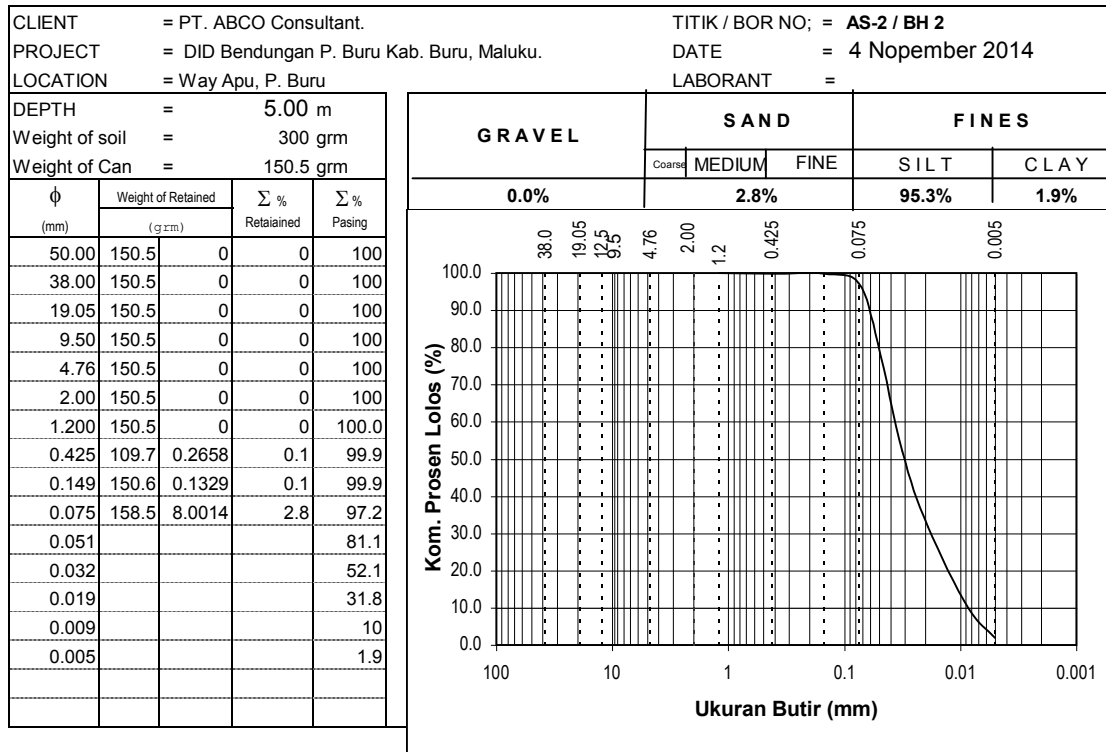
(derajad)

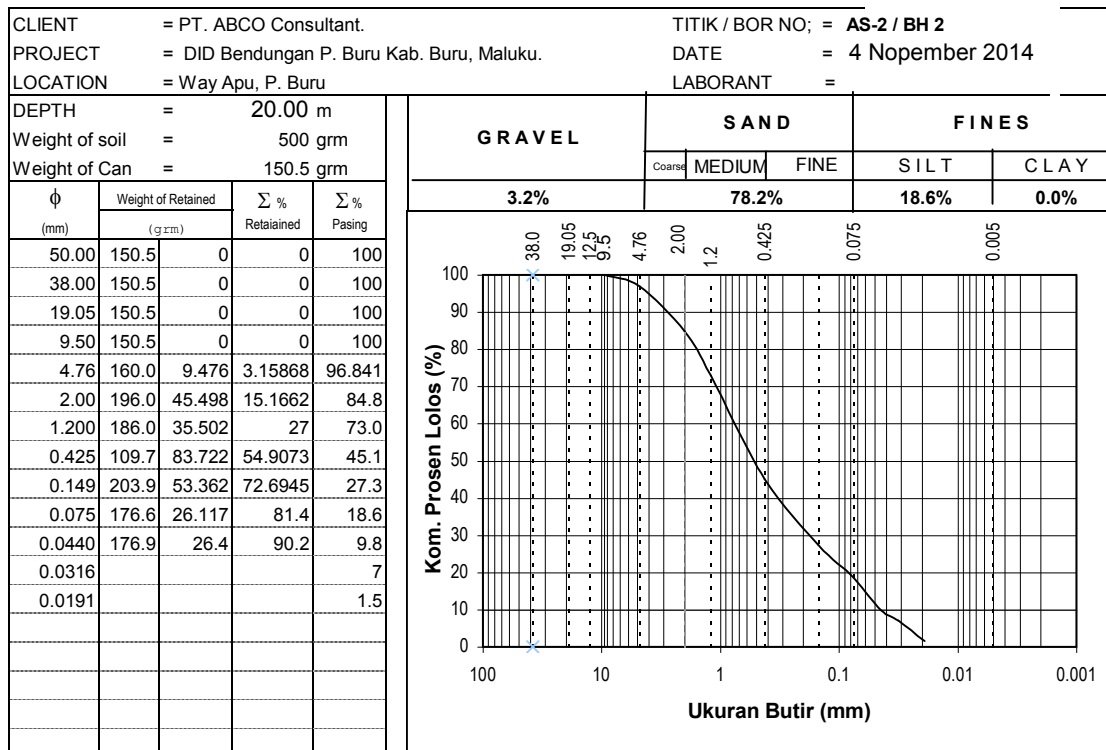
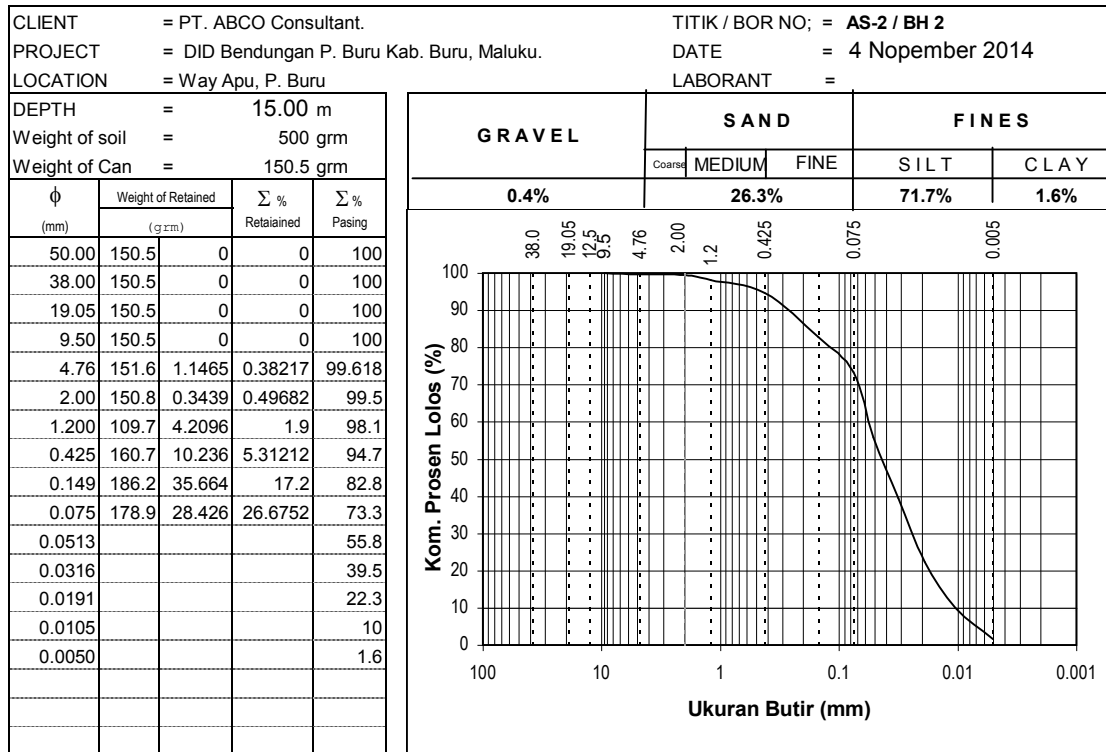


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

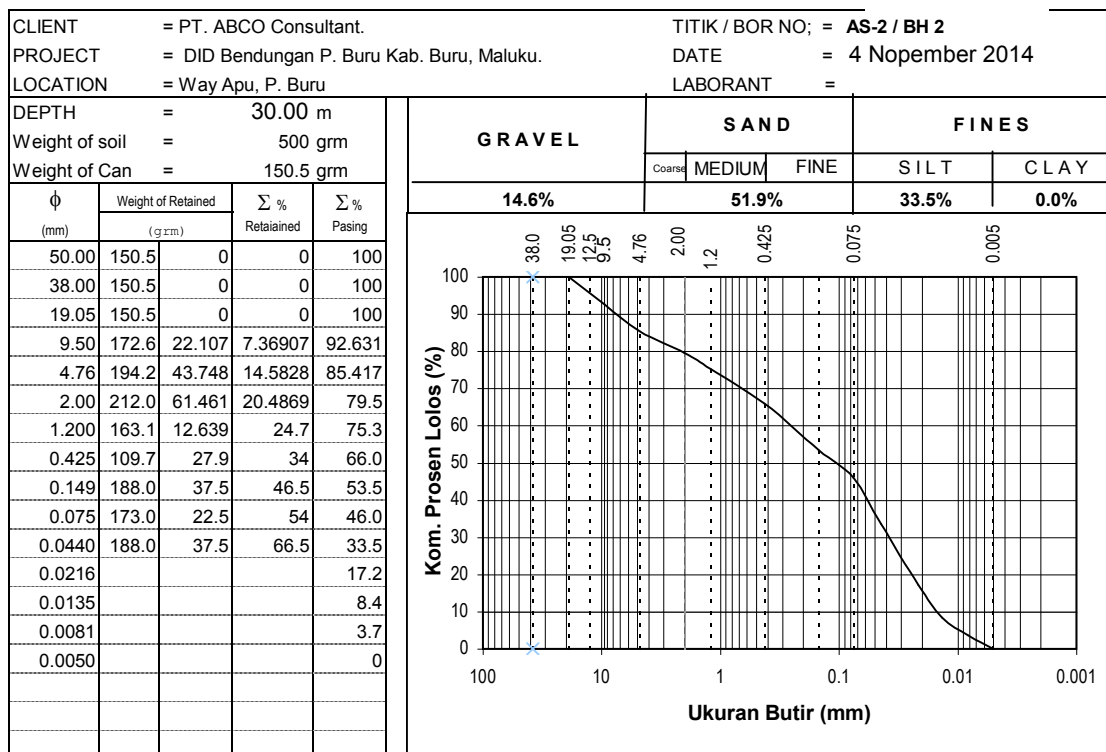
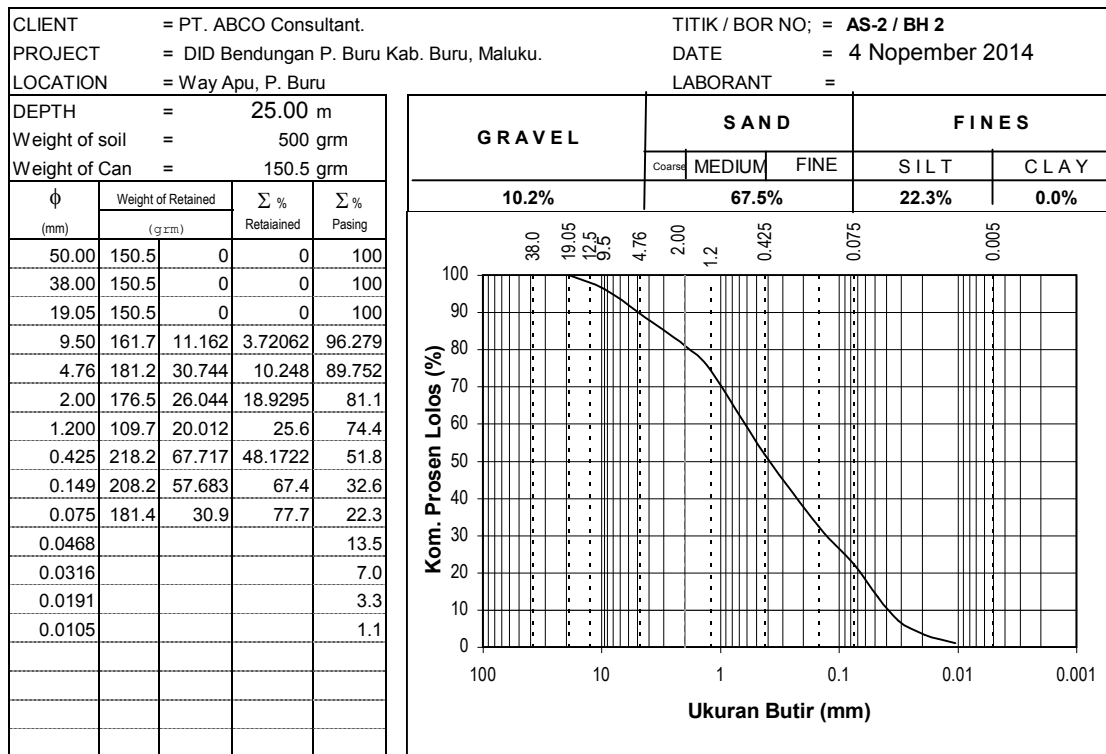
GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



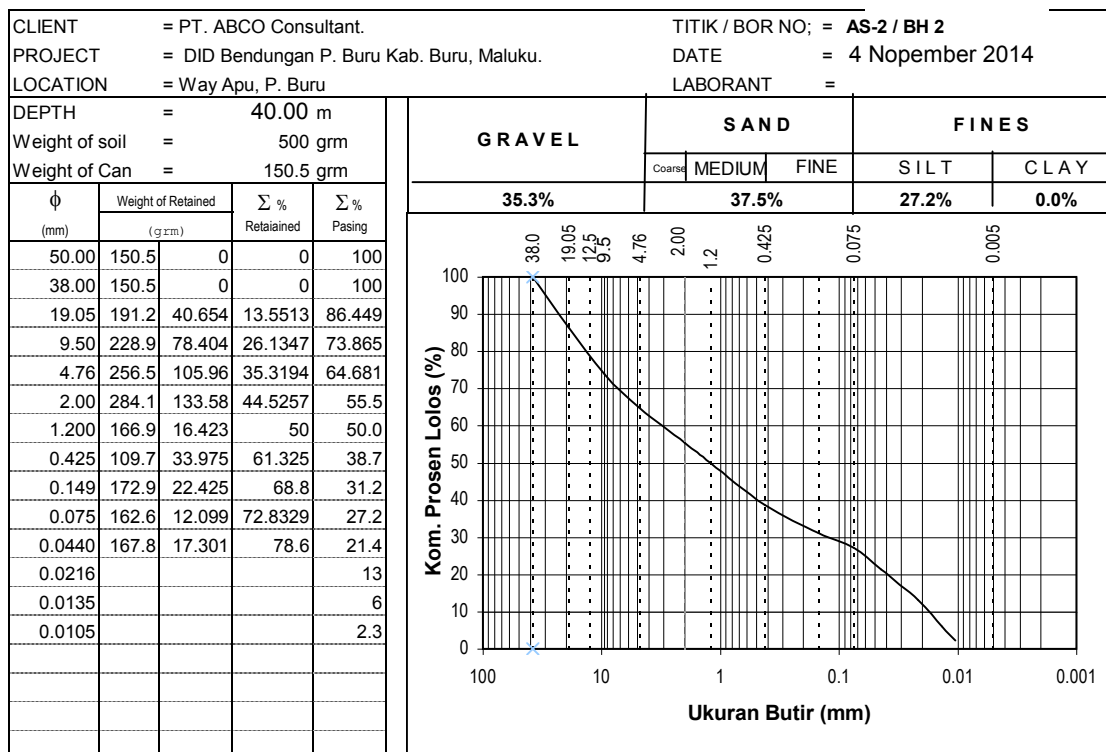
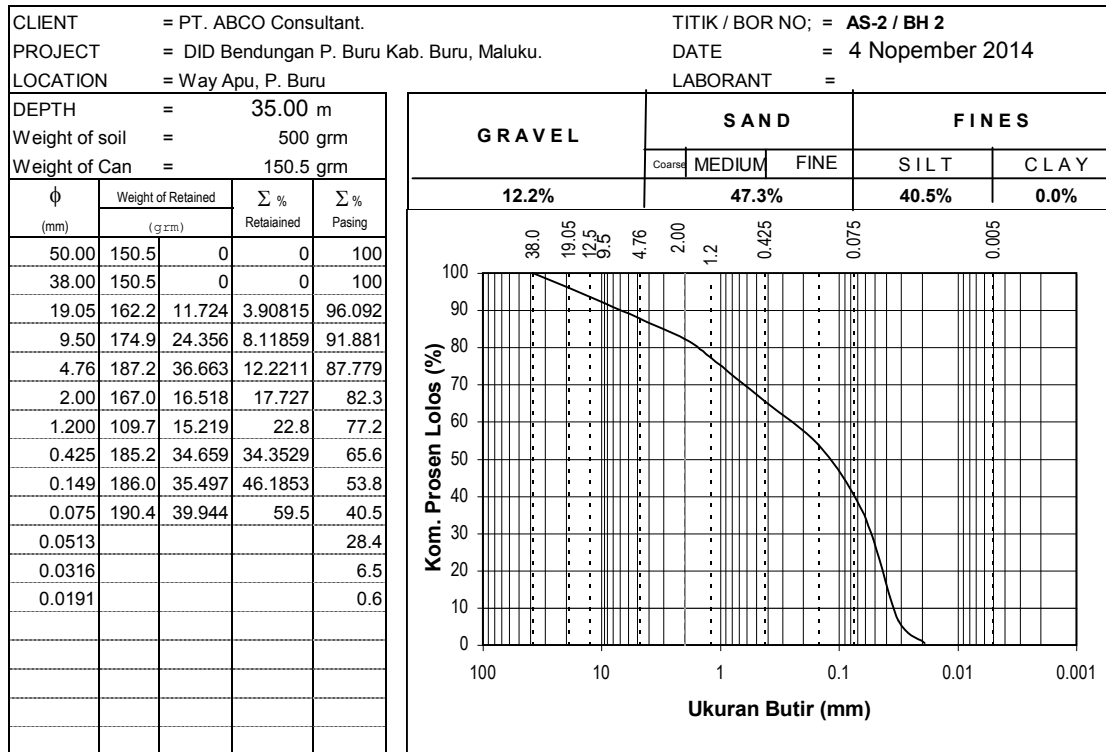
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE**



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

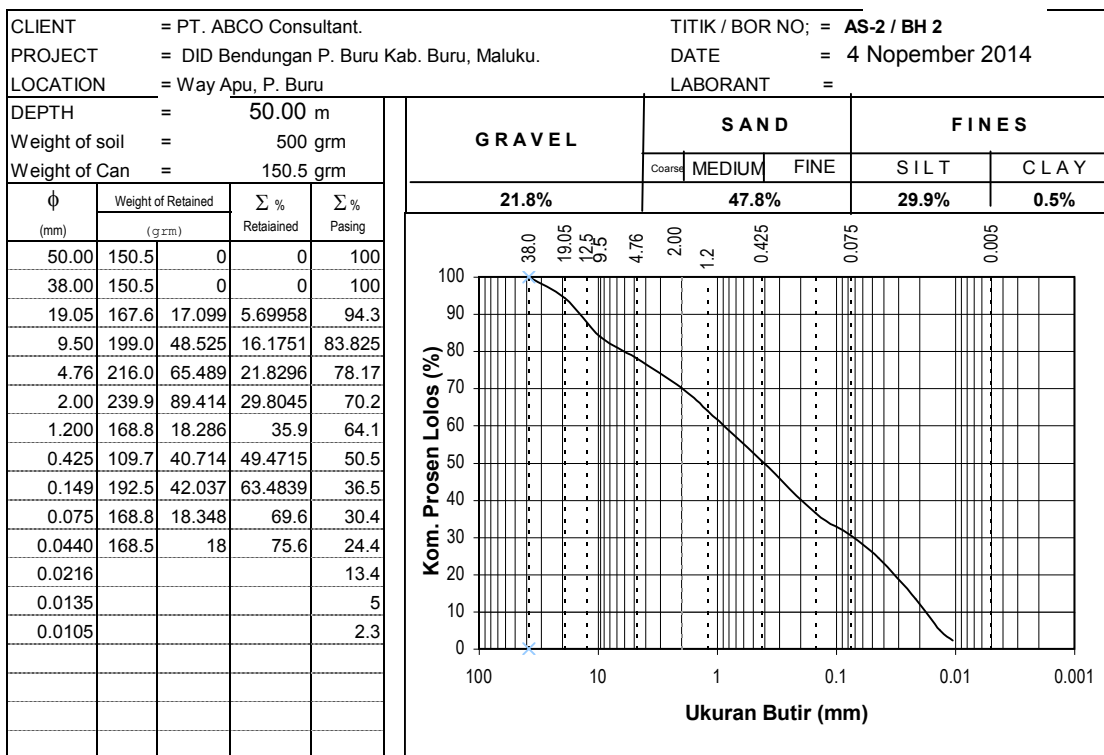
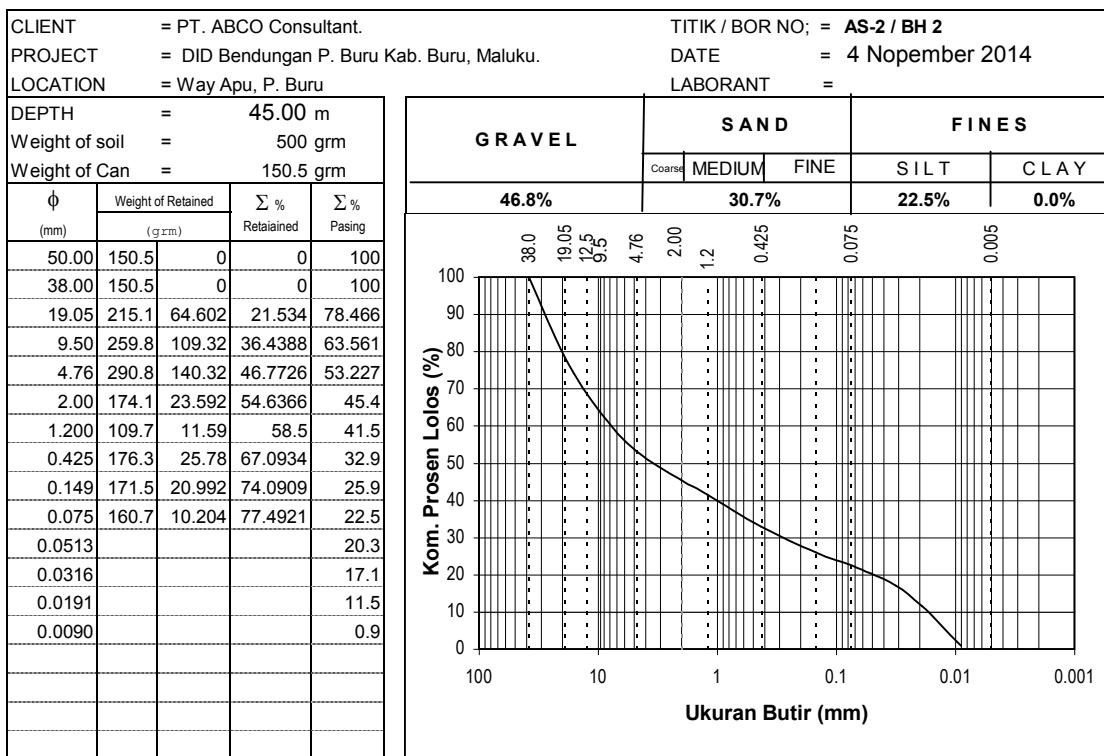




LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE




LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

BORING LOG DAN SPT

KLIEN : PT. ABCO CONSULTANT.

PROYEK : DED BENDUNGAN WAY APU, PULAU BURU.KAB. BURU, MALUKU.

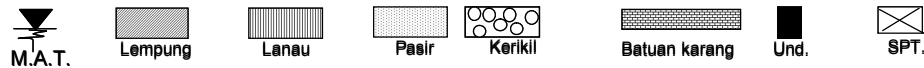
LOKASI : WAY APU PULAU BURU

TITIK BOR : AS 2 / BH - .3

TGL. TEST : 26 s/d 30 September 2014

TOTAL KDLM : 51,00 MT

M.A.T = -0.40m



DEPTH (M)	GWL (M)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	UNDISTURBED SAMPLE / SPT.	SPT PER 15 Cm				SPT (BLOWS/FEET)						
					I	II	III	SPT	0	10	20	30	40	50	60
±0.0															
2.0			Lanau coklat.	☒	0	0	1	1							
4.0				☒											
6.0				☒	2	3	5	8							
8.0			Lanau berpasir abu-abu	☒	0	1	2	3							
10.0				☒											
12.0			Lanau + pasir sedikit kerikil abu-abu.	☒	3	6	10	16							
14.0				☒											
16.0				☒	4	7	11	18							
18.0			Lanau berpasir abu-abu.	☒	7	12	18	30							
20.0				☒											
22.0			Lanau + pasir + kerikil abu-abu.	☒	9	15	22	37							
24.0				☒	13	22	30	52							
26.0				☒											
28.0			Lanau + pasir sedikit kerikil abu-abu.	☒	18	27	35	62							
30.0				☒	24	35	50	>60							
32.0				☒	36	>60									
34.0				☒											
36.0			Lanau + pasir berkerikil abu-abu.	☒	>60			>60							
38.0				☒	>60			>60							
40.0				☒	>60			>60							
42.0			Lanau + pasir betuan kerikil abu-abu.	☒	>60			>60							
44.0				☒	>60			>60							
46.0				☒	>60			>60							
48.0			Lanau + pasir berkerikil batuan abu-abu.	☒	>60			>60							
50.0				☒	>60			>60							



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

HASIL UJI LABORATORIUM.

KLIEN : PT. ABCO CONSULTANT.
 PROYEK : DED Bendungan Way Apu, P. Buru, Kab. Buru, Maluku.
 LOKASI : Way Apu, P. Buru.
 TITIK BOR : AS 2 / BH - 3
 TGL. TEST : 20 s/d 30 Oktober 2014

Keda-laman	GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY										DIRECT SHEAR		UNC
	G	S	Slt+C	LL	PL	IP	e	Gs	Sr	n	Wc	γt	γsat	γd	φ	C			
(m)																			
-5,00	0.00	3.50	96.50	44.50	27.75	16.75	0.869	2.622	83.28	46.50	27.60	1.790	1.868	1.403			0.33		
-10,00	0.00	15.90	84.10	40.30	26.45	13.85	0.457	2.607	97.17	31.37	17.03	2.094	2.103	1.789			0.27		
-15,00	8.10	34.40	57.50	42.20	27.91	14.29	0.415	2.630	77.09	29.33	12.16	2.085	2.152	1.859	17	0.04			
-20,00	3.70	14.60	81.70	46.30	29.27	17.03	0.393	2.597	80.42	28.21	12.17	2.091	2.146	1.864	21	0.02			
-25,00	31.30	41.30	27.40	N.P.	*	*	0.343	2.558	67.44	25.54	9.04	2.077	2.160	1.905	25	0			
-30,00	11.00	55.00	34.00	N.P.	*	*	0.388	2.542	94.53	27.95	14.43	2.096	2.111	1.831	26	0			
-35,00	21.80	47.00	31.20	N.P.	*	*	0.455	2.567	82.85	31.27	14.69	2.023	2.077	1.764	26	0			
-40,00	17.30	37.70	45.00	N.P.	*	*	0.283	2.533	51.19	22.06	5.72	2.087	2.195	1.974	25	0			
-45,00	32.90	31.30	35.80	N.P.	*	*	0.317	2.585	50.62	24.07	6.21	2.085	2.203	1.963	25	0			
-50,00	20.60	33.60	45.80	N.P.	*	*	0.290	2.542	55.24	22.48	6.30	2.095	2.195	1.971	26	0			

KETERANGAN

G = Kerikil/Kerikil

S = Pasir Pasir

S+C = Lempung + lanau

e = Angka Pori

n = Porositas (%)

Gs = Gravitasi spesifik

Sr = Kejuhan (%)

Wc = Kadar air (%)

γ_t = Berat volum tanah (gr/cc)

γ_d = Berat volum tanah kering (gr/cc)

γ_{sat} = Berat volum tanah jenuh (gr/cc)

γ' = Berat volum efektif tanah (gr/cc)

* = Tidak di test

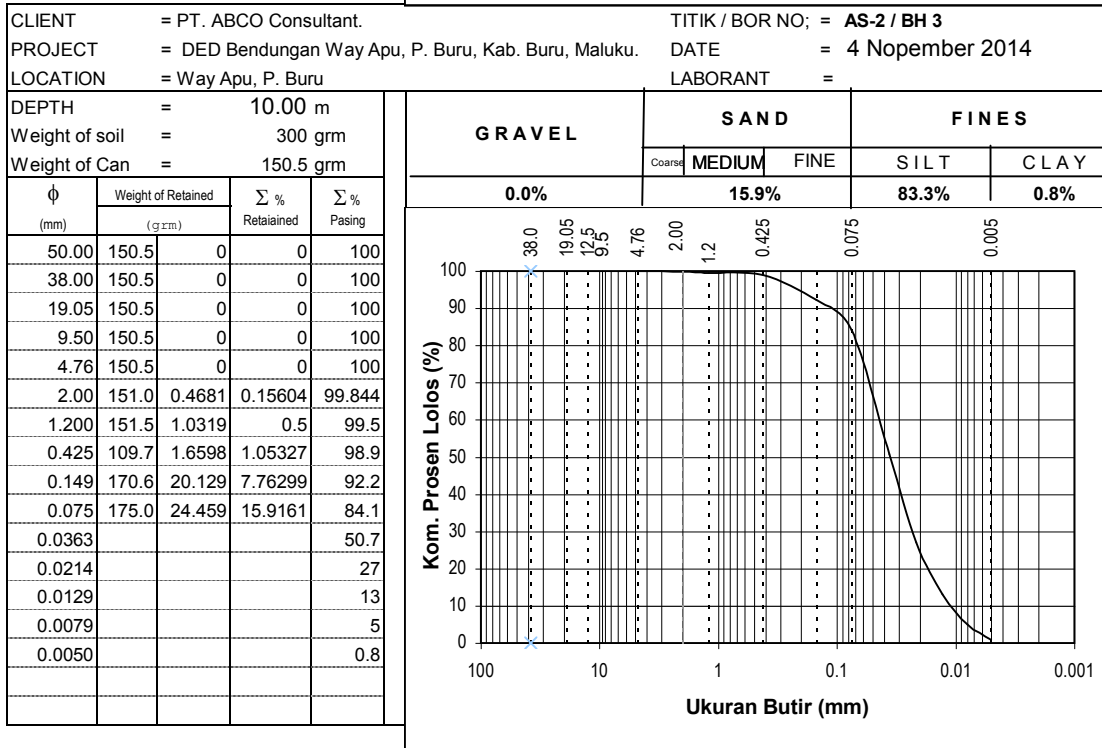
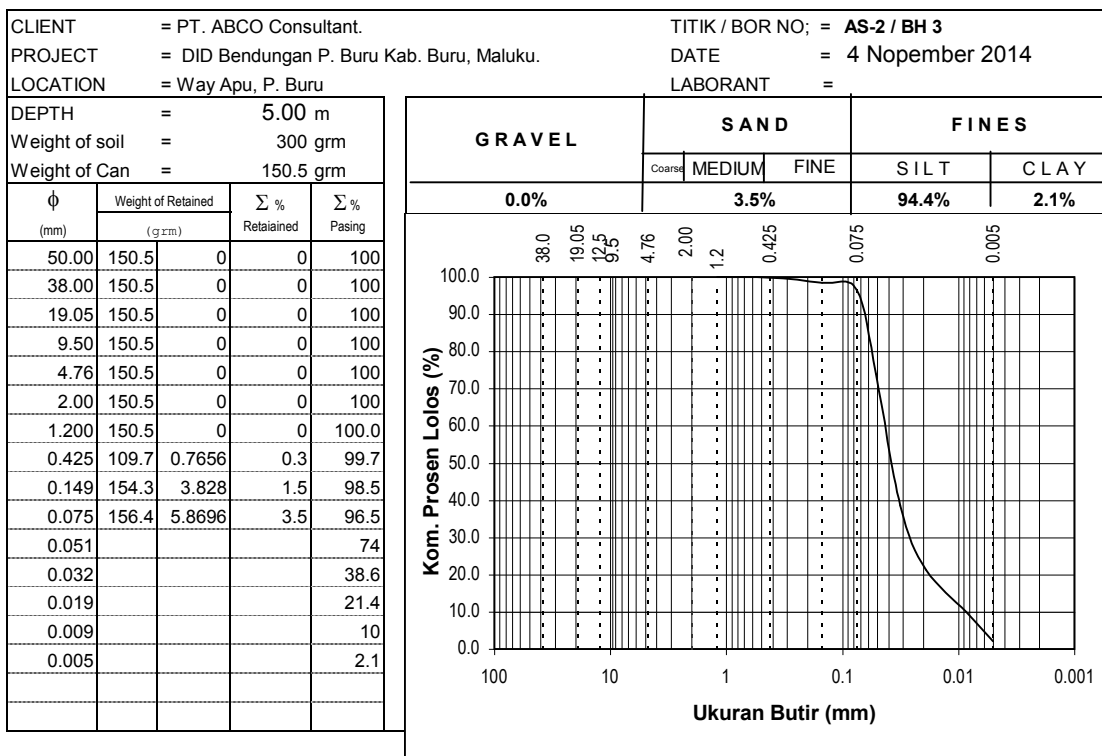
qu = Kekuatan Unconfined tanah/batuan (kg/cm²)

C = Kohesi (kg/cm²)

ϕ := Sudut geser dalam (derajad)



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

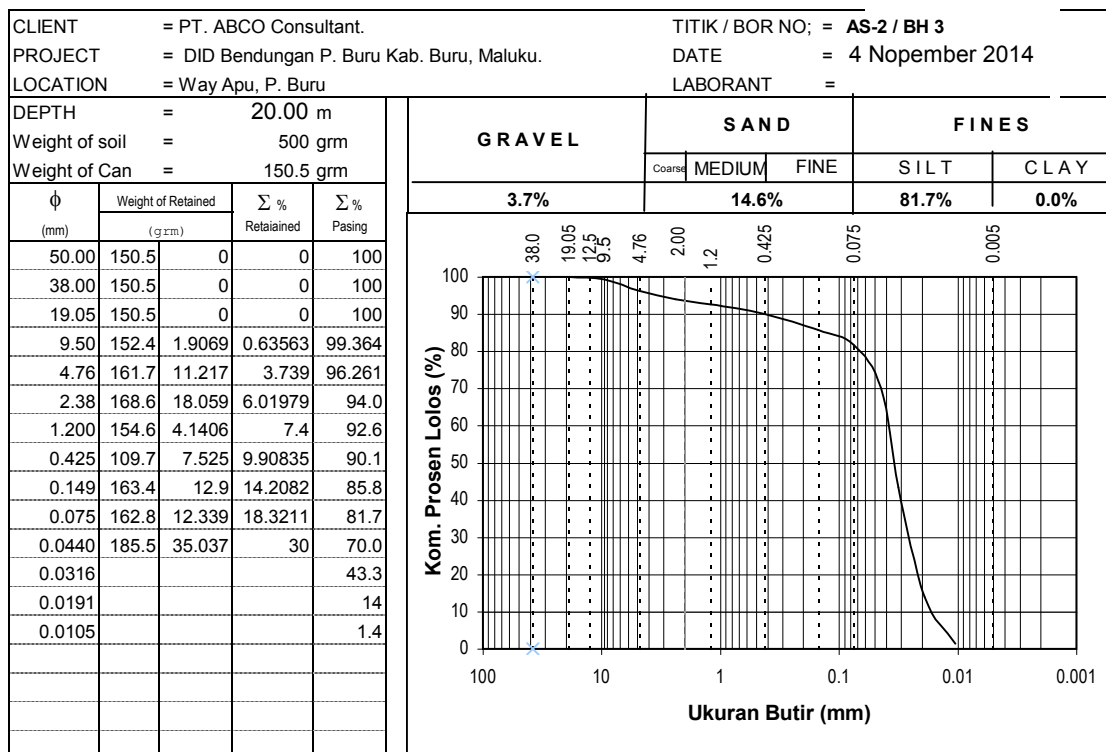
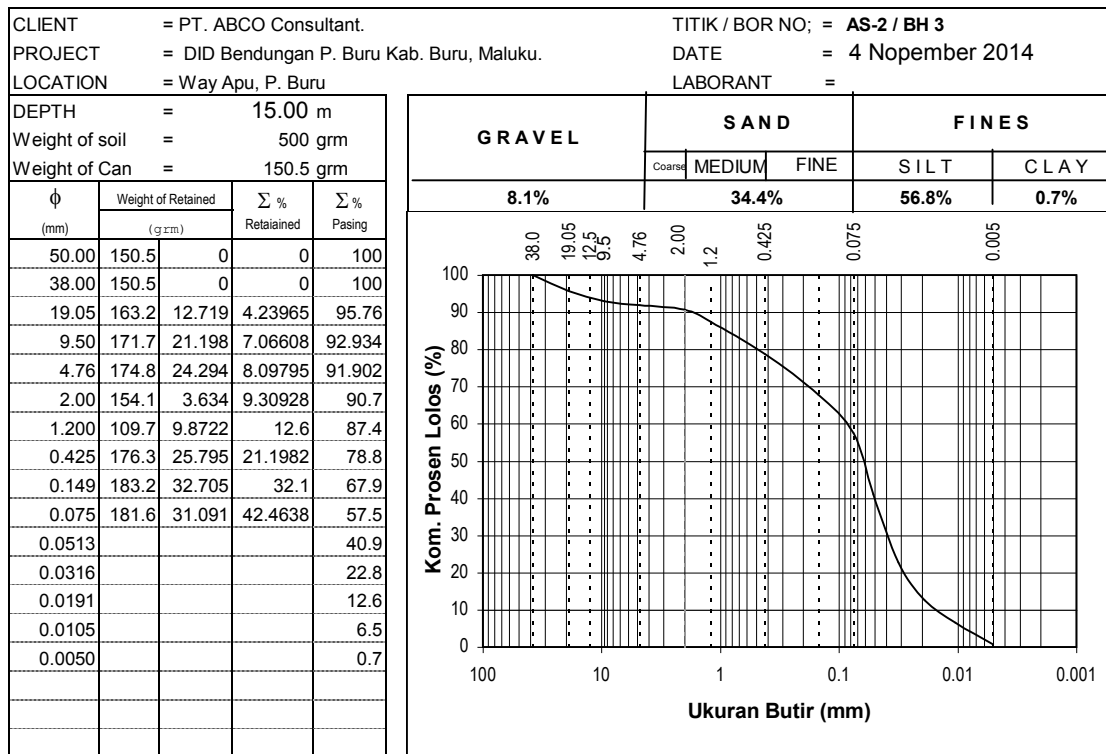




LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



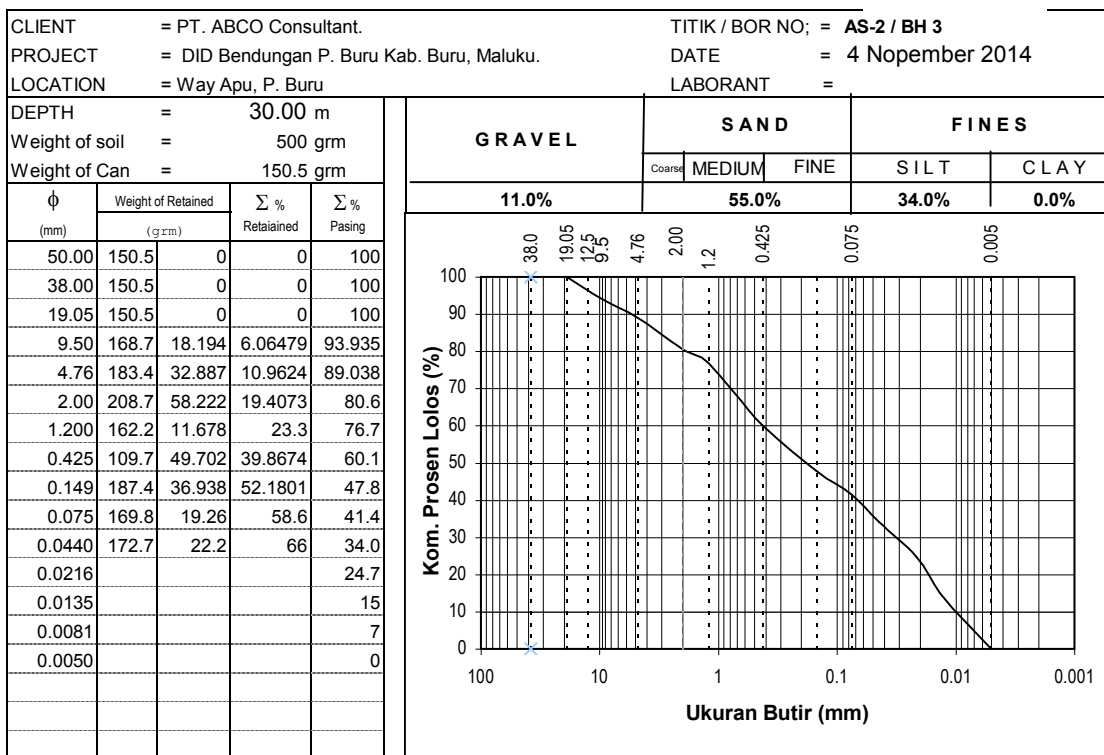
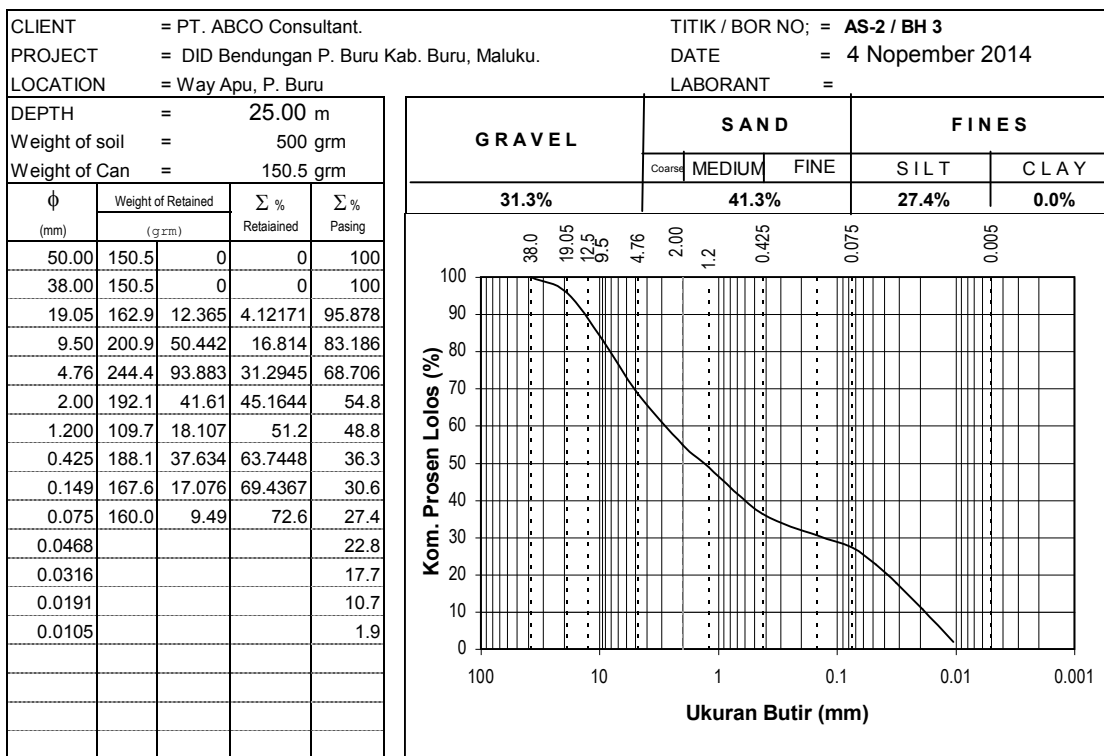


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

209

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

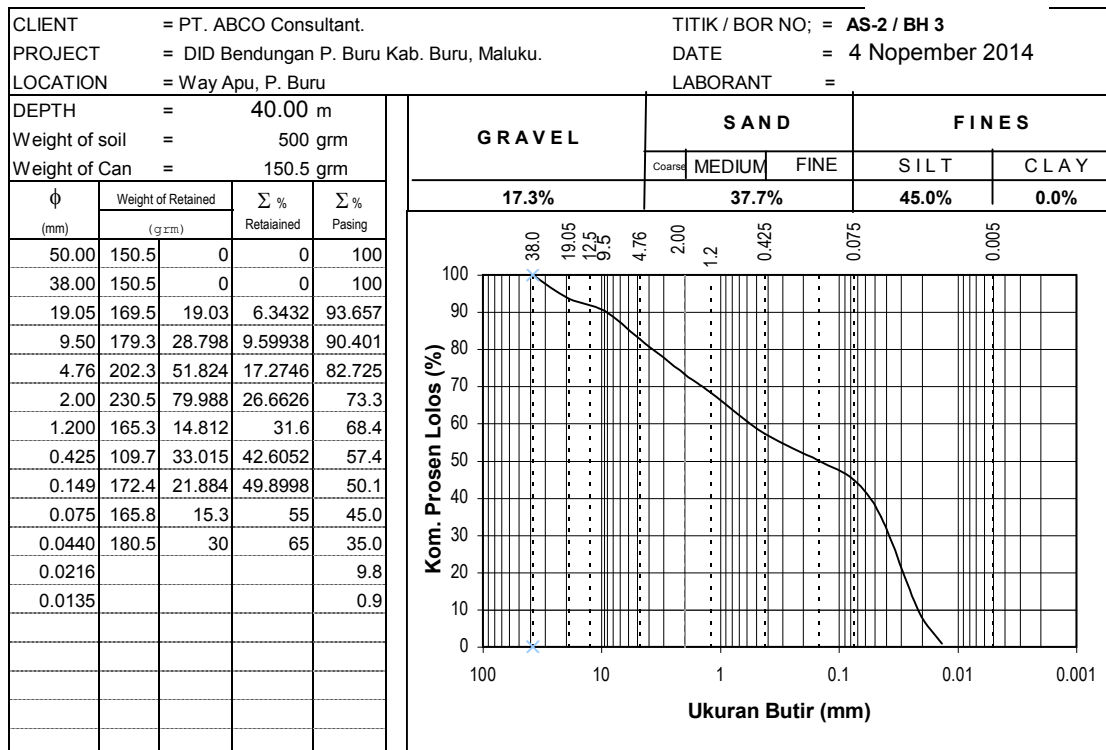
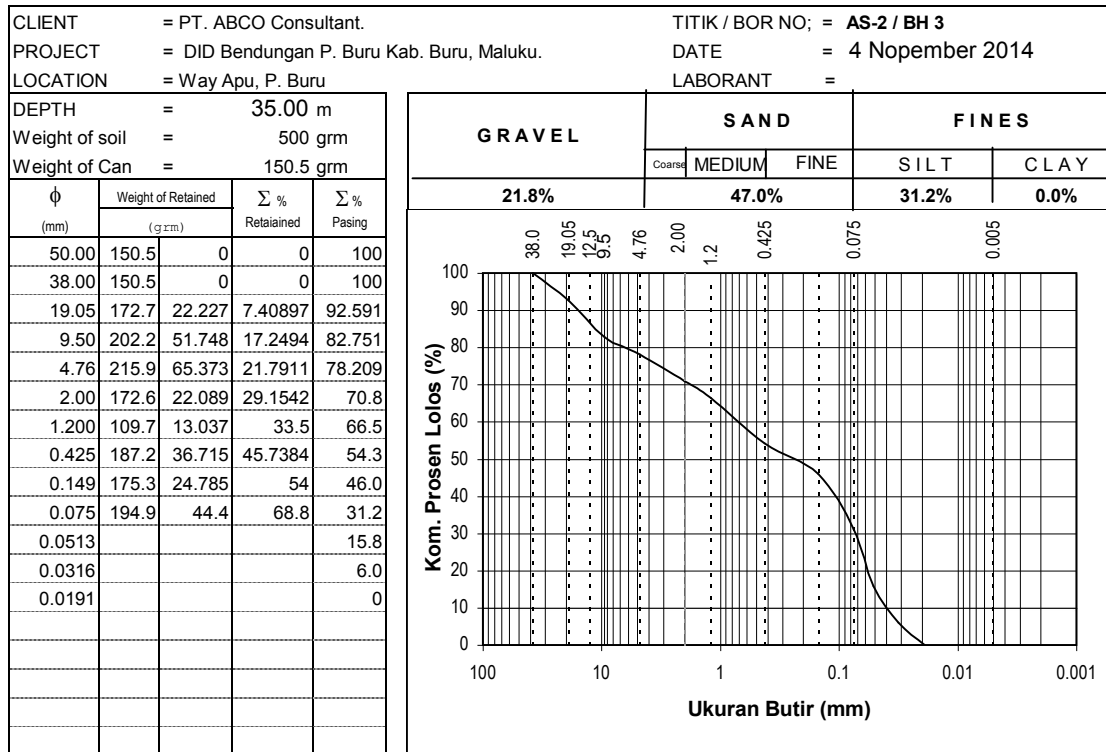




LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

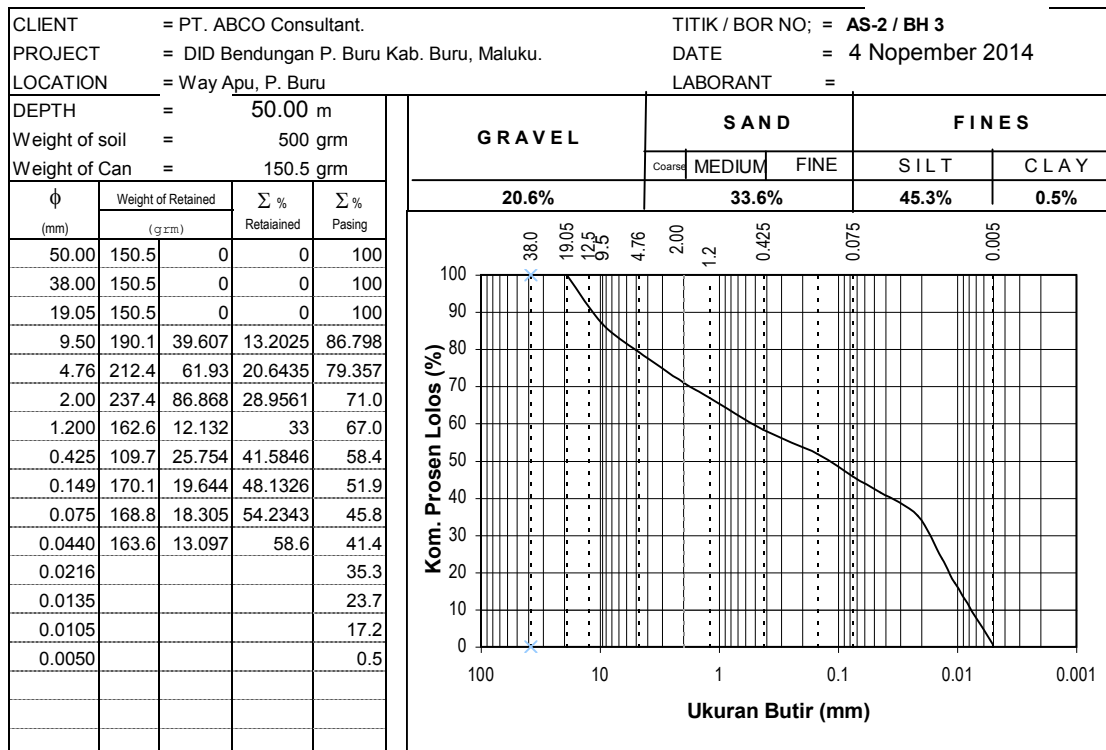
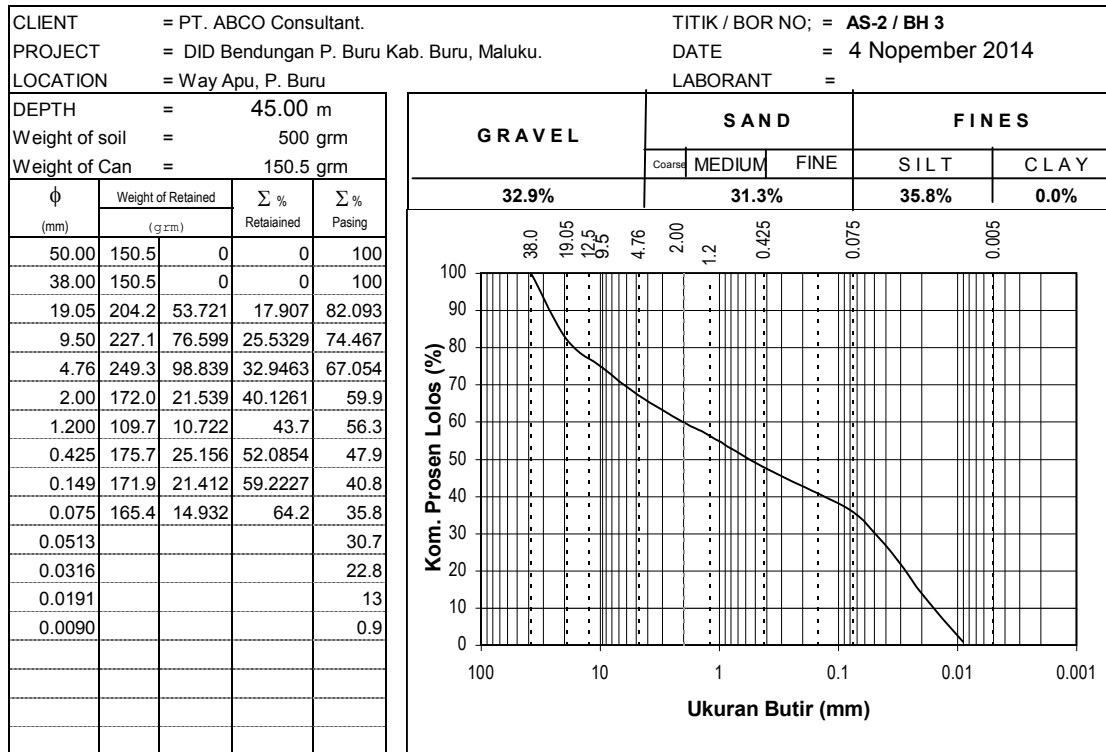
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE





GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

KLIEN	: PT. ABCO CONSULTANT.	
PROYEK	: DED BENDUNGAN WAY APU, PULAU BURU.KAB. BURU, MALUKU.	
LOKASI	: WAY APU PULAU BURU	
TITIK BOR	: AS 2 / BH - 4	
TGL. TEST	: 13 s/d 15 September 2014	TOTAL KDLM : 51,00 MT
M.A.T = -0.50m		



Lempung



Lanaui



Pasir



Kerikil



Batuan karang



Und.



SPT

DEPTH (M)	GWL (M)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	UNDISTURBED SAMPLE / SPT.	SPT PER 15 Cm				SPT (BLOWS/FEET)							
					I	II	III	SPT	0	10	20	30	40	50	60	
±0,0	▼															
2.0	▼		Lanau abu-abu.		0	1	2	3								
4.0					0	1	1	2								
6.0					0	1	2	3								
8.0					0	1	2	3								
10.0																
12.0			Pasir berlanau sedikit kerikil abu-abu.		3	5	8	13								
14.0					3	5	7	12								
16.0					3	5	7	12								
18.0			Pasir + lanau sedikit kerikil abu-abu.		7	11	17	28								
20.0					7	11	17	28								
22.0					10	17	25	42								
24.0			Pasir + lanau berkerikil abu-abu.		14	21	30	51								
26.0					14	21	30	51								
28.0					18	27	35	62								
30.0																
32.0			Pasir + lanau berkerikil abu-abu.		26	38	>60	>60								
34.0					45	>60		>60								
36.0					>60			>60								
38.0			Pasir berlanau berkerikil abu-abu.		>60			>60								
40.0					>60			>60								
42.0					>60			>60								
44.0			Batuan berpasir sedikit lanau		>60			>60								
46.0					>60			>60								
48.0					>60			>60								
50.0					>60			>60								



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

HASIL UJI LABORATORIUM.

KLIEN : PT. ABCO CONSULTANT.
PROYEK : DED Bendungan Way Apu, P. Buru, Kab. Buru, Maluku.
LOKASI : Way Apu, P. Buru.
TITIK BOR : AS 2 / BH - 4
TGL. TEST : 20 s/d 30 Oktober 2014

Kedalaman (m)	GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY								DIRECT SHEAR		UNC
	G	S	Slt+C	LL	PL	IP	e	Gs	Sr	n	Wc	γ_t	γ_{sat}	γ_d	ϕ	C	
-5,00	0.00	3.70	96.30	45.50	30.04	15.46	0.673	2.592	86.57	40.23	22.48	1.898	1.952	1.549			0.20
-10,00	0.00	0.40	99.60	46.60	30.74	15.86	0.873	2.617	98.66	46.61	32.91	1.857	1.863	1.397			0.24
-15,00	6.60	68.20	25.20	N.P.	*	*	0.402	2.549	83.77	28.67	13.21	2.058	2.105	1.818	18	0.02	
-20,00	8.10	33.40	58.50	N.P.	*	*	0.609	2.671	98.36	37.85	22.43	2.032	2.039	1.660	23	0	
-25,00	14.30	31.00	54.70	N.P.	*	*	0.423	2.588	85.49	29.73	13.97	2.073	2.116	1.819	25	0	
-30,00	16.40	52.70	30.90	N.P.	*	*	0.422	2.574	91.44	29.68	14.99	2.081	2.107	1.810	25	0	
-35,00	13.50	37.20	49.30	N.P.	*	*	0.384	2.549	76.80	27.75	11.57	2.055	2.119	1.842	26	0	
-40,00	22.40	57.30	20.30	N.P.	*	*	0.377	2.586	73.28	27.38	10.68	2.079	2.152	1.878	26	0	
-45,00	66.90	23.90	9.20	N.P.	*	*	0.421	2.541	90.55	29.63	15.00	2.056	2.084	1.788	26	0	
-50,00	64.60	17.00	18.40	N.P.	*	*	0.301	2.559	56.78	23.14	6.68	2.098	2.198	1.967	26	0	

KETERANGAN

G = Kerikil Kerikil
S = Pasir Pasir
S+C = Lempung + lanau

e = Angka Pori
n = Porositas (%)
Gs = Gravitasi spesifik
Sr = Kejenuhan (%)
Wc = Kadar air (%)

γ_t = Berat volum tanah (gr/cc)
 γ_d = Berat volum tanah kering (gr/cc)
 γ_{sat} = Berat volum tanah jenuh (gr/cc)
 γ' = Berat volume efektif tanah (gr/cc)
* = Tidak di test

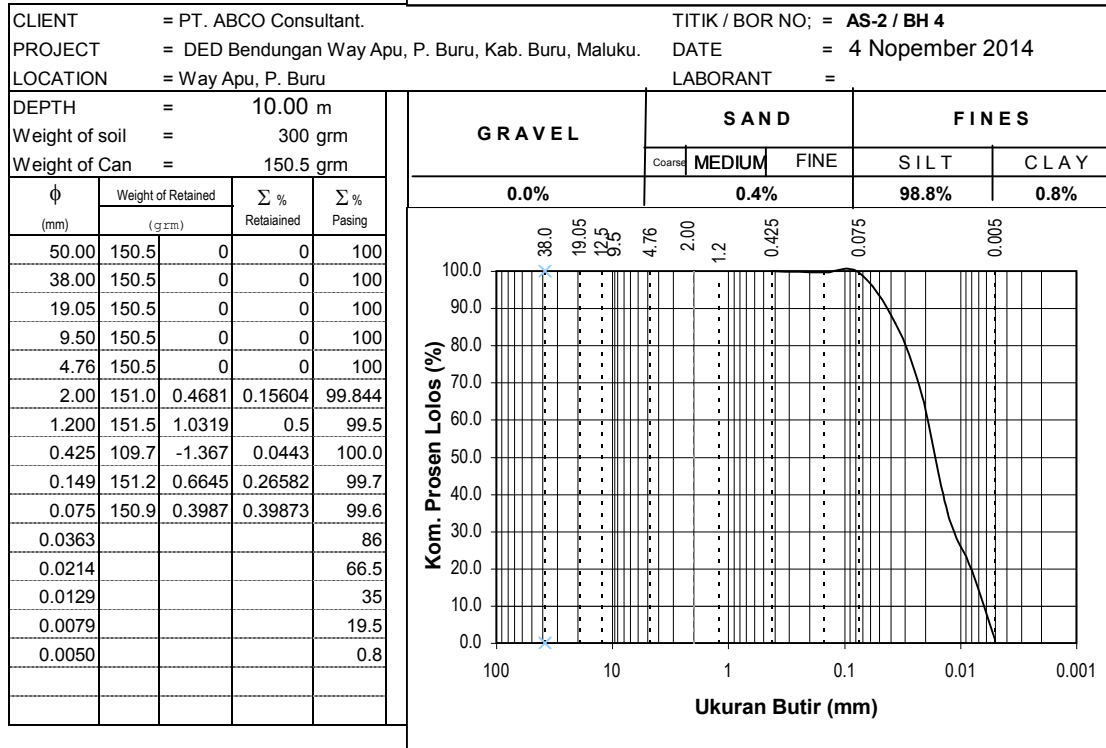
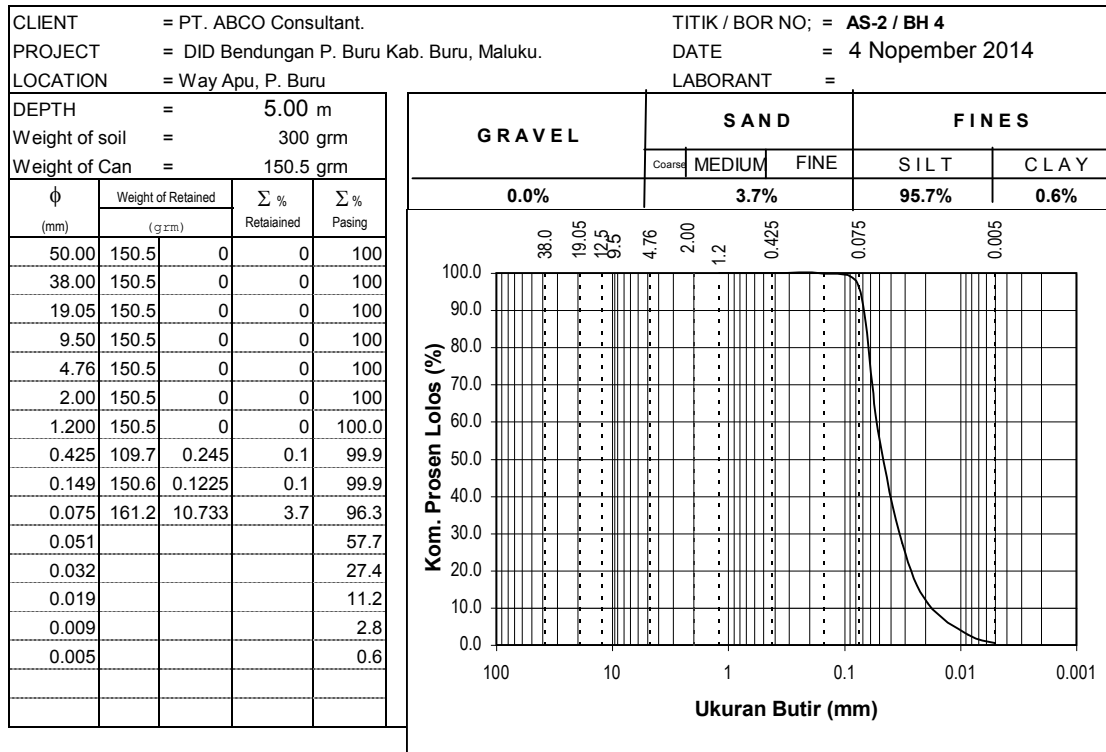
qu = Kekuatan Unconfined tanah/batuan (kg/cm²)
C = Kohesi (kg/cm²)
 ϕ = Sudut geser dalam (derajat)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

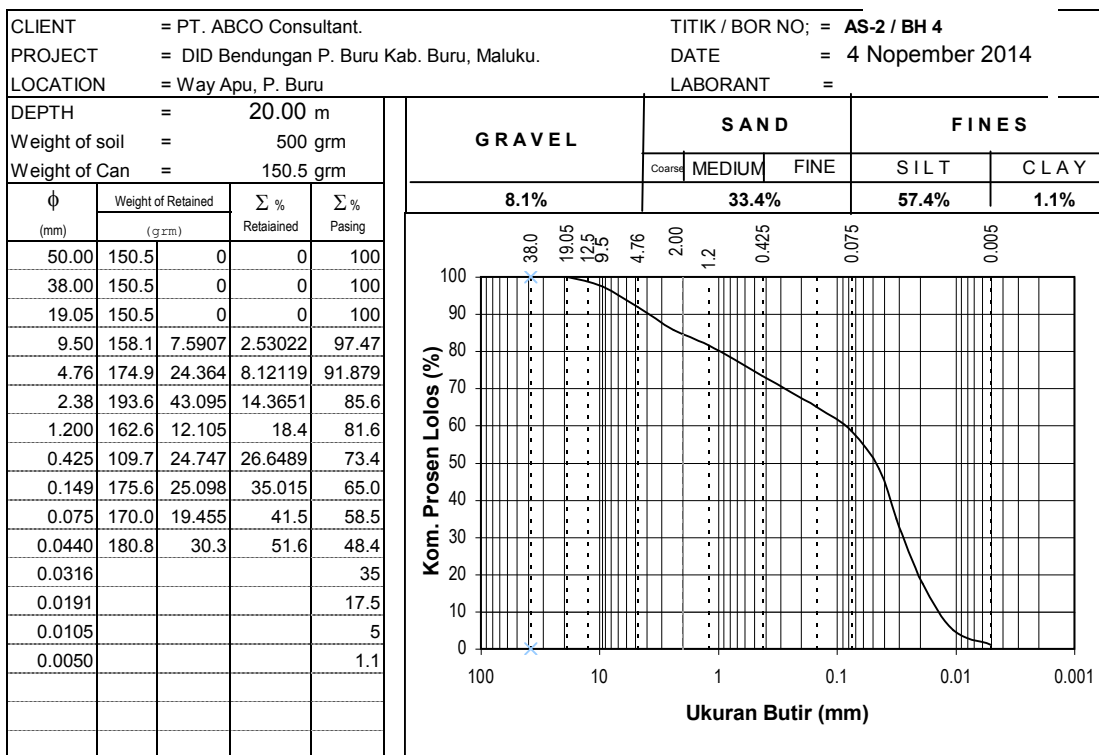
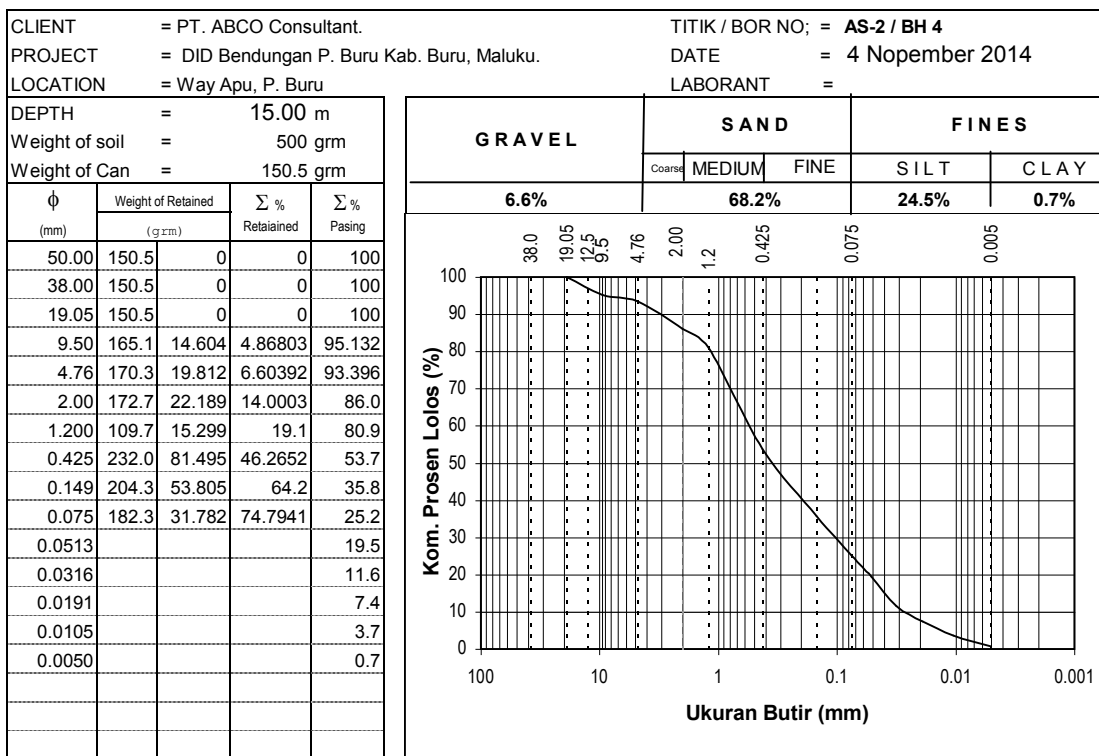
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE





GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

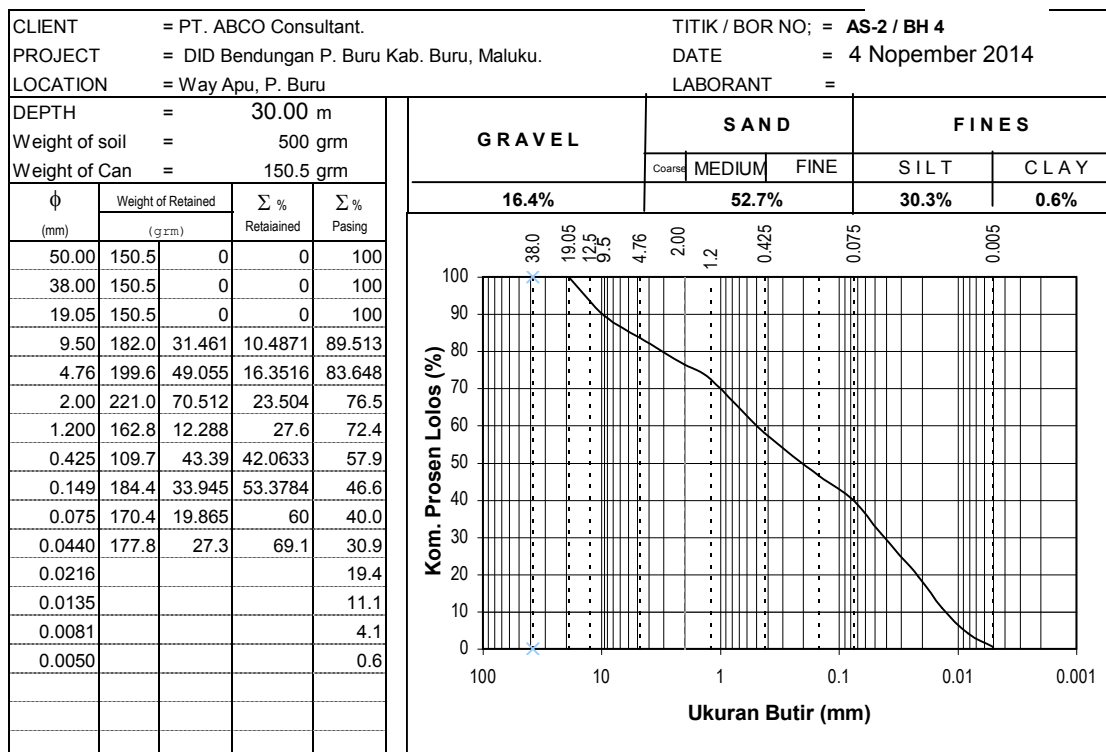
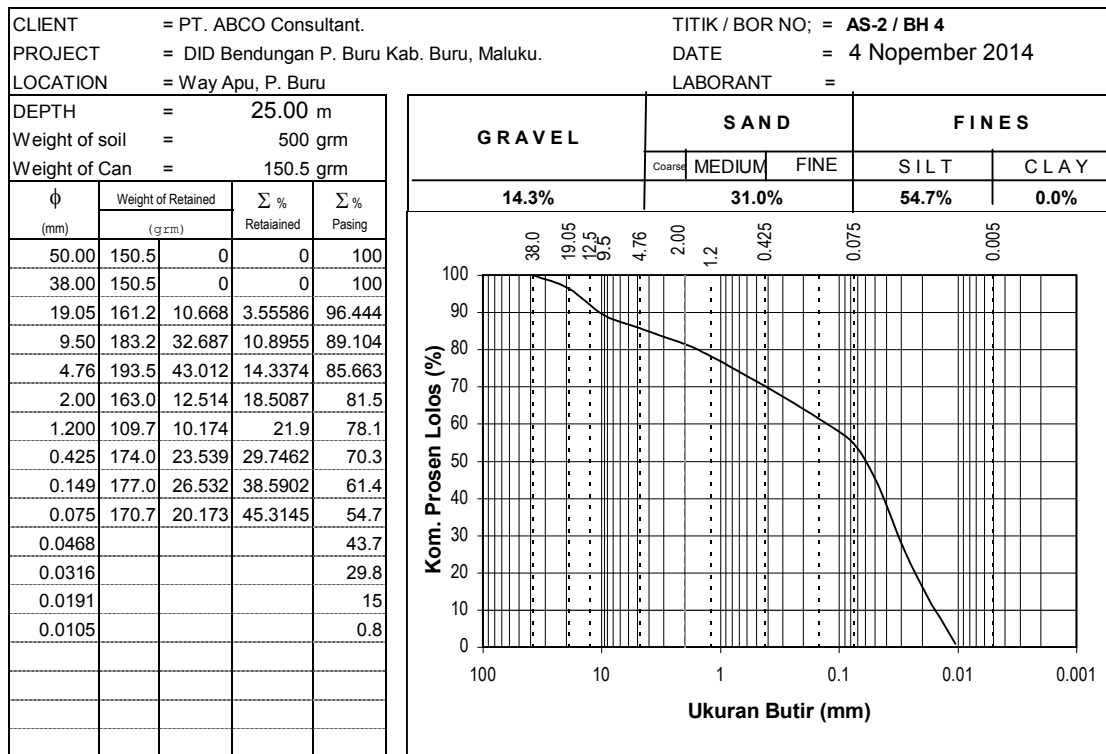


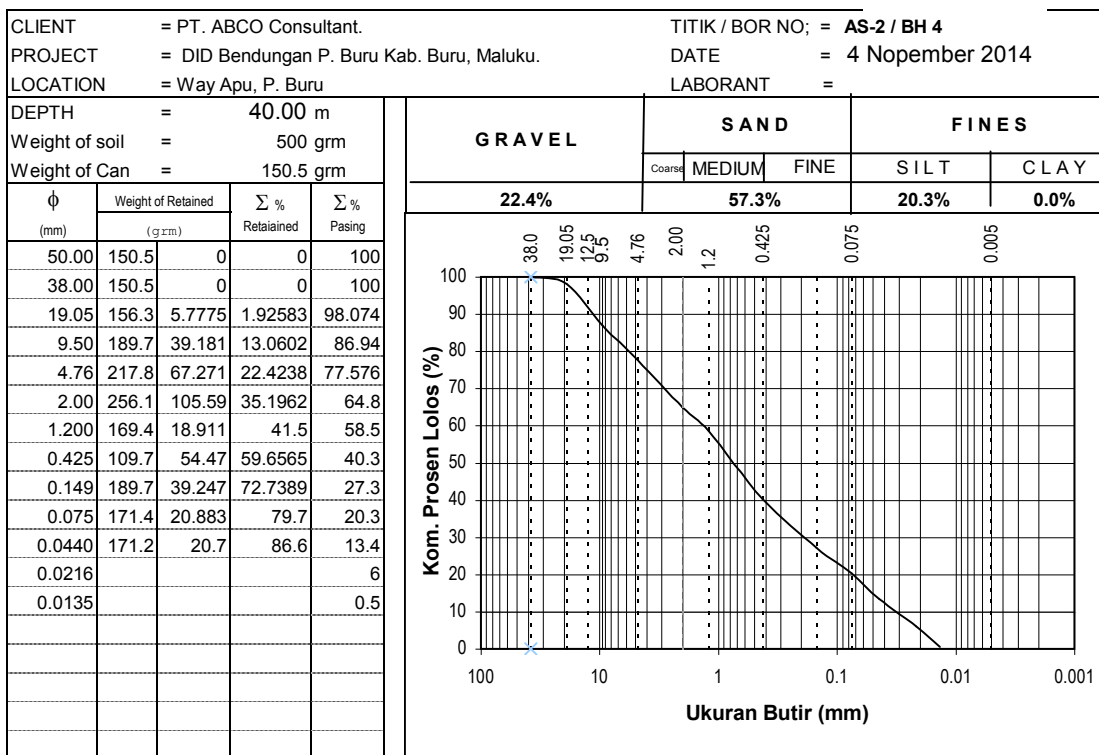
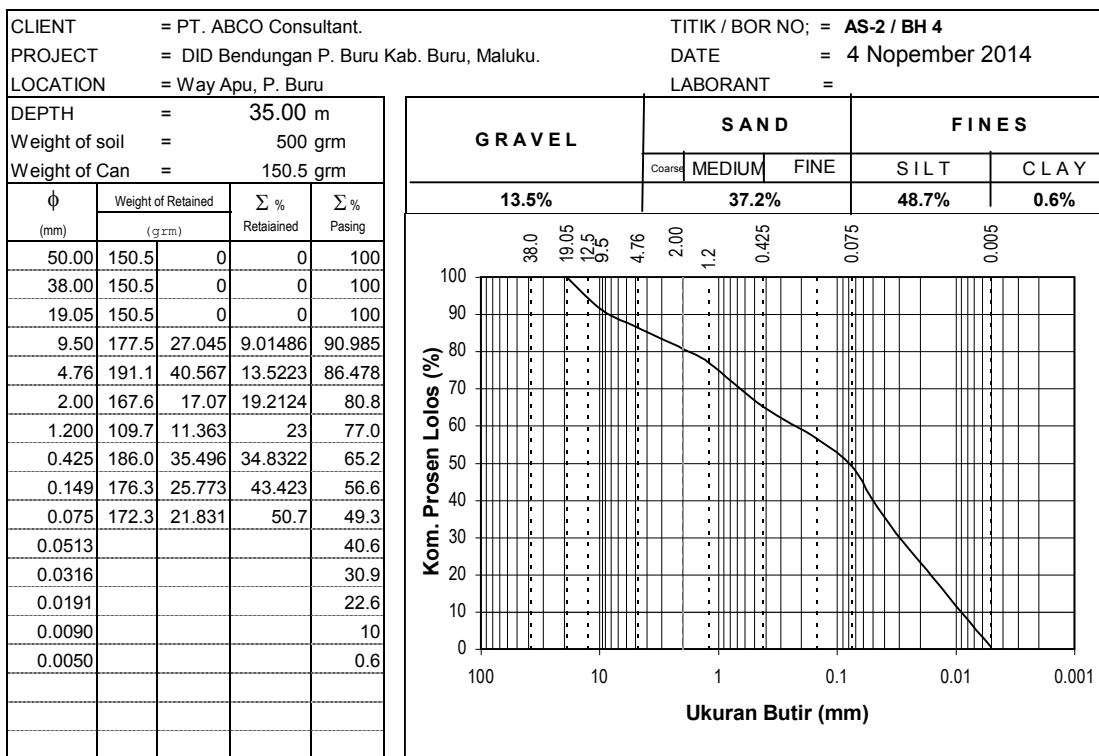


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



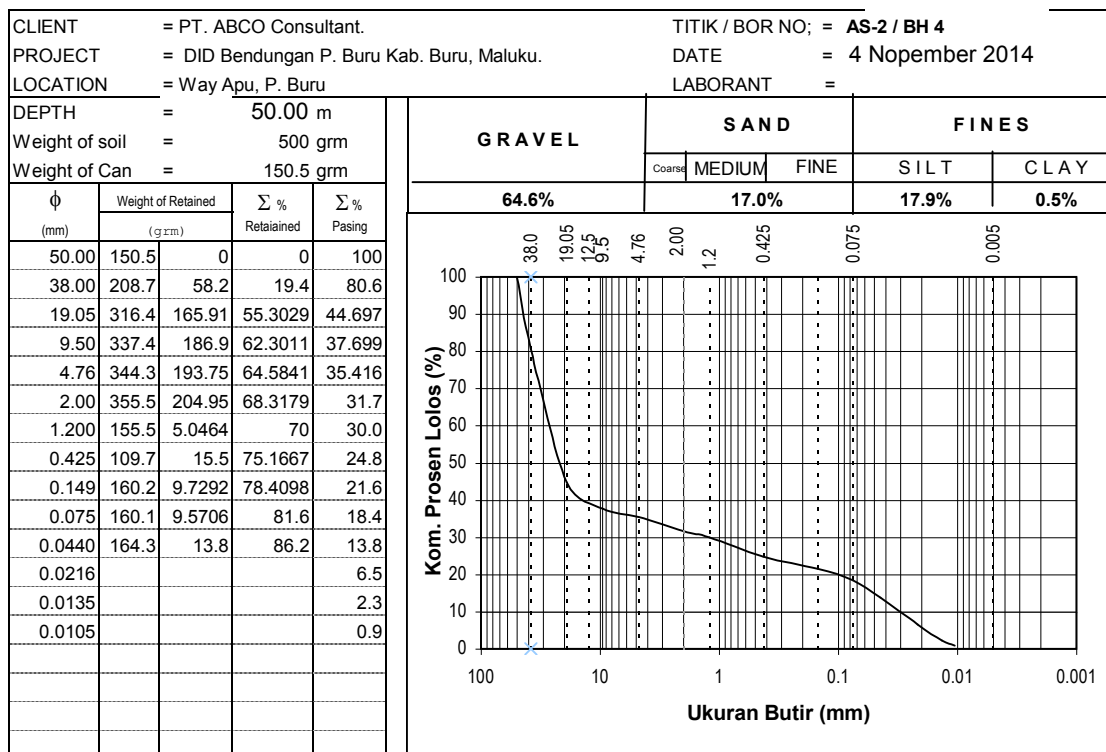
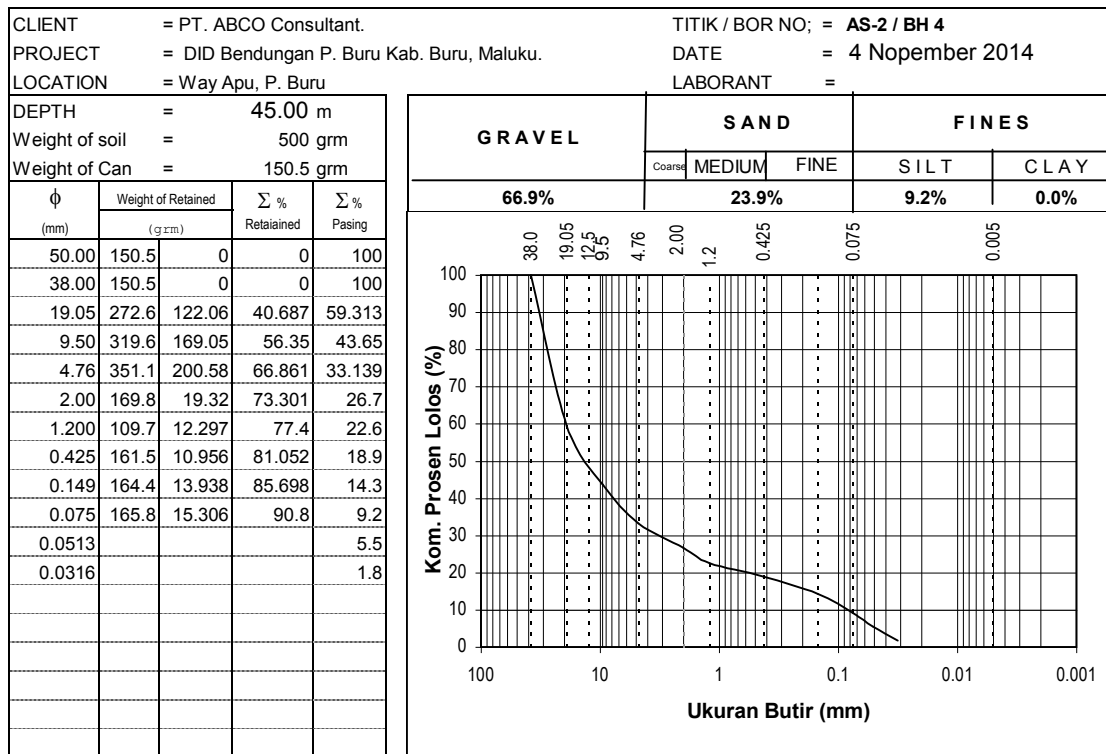
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE**








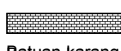


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

BORING LOG DAN SPT															
KLIEN		: PT. ABCO CONSULTANT.													
PROYEK		: DED BENDUNGAN WAY APU, PULAU BURU.KAB. BURU, MALUKU.													
LOKASI		: WAY APU PULAU BURU													
TITIK BOR		: AS 2 / BH - 5													
TGL. TEST		: 16 s/d 20 September 2014						TOTAL KDLM : 51,00 MT							
M.A.T = -0.50m															
<div><div> M.A.T.</div><div> Lempung</div><div> Lanau</div><div> Pasir</div><div> Kerikil</div><div> Batuan karang</div><div> Und.</div><div> SPT.</div></div>															
DEPTH (M)	GWL (M)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	UNDISTURBED SAMPLE /SPT.	SPT PER 15 Cm				SPT (BLOWS/FEET)						
					I	II	III	SPT	0	10	20	30	40	50	60
±0,0	▼														
2.0	▼														
4.0				☒	0	1	1	2	●						
6.0			Lanau abu-abu.	☒	1	1	3	4	●						
8.0				☒	1	1	2	3	●						
10.0				■											
12.0			Pasir berlanau abu-abu.	☒	3	6	10	16	●						
14.0				■											
16.0				☒	4	7	10	17	●						
18.0			Lanau + pasir abu-abu.	☒	5	8	13	21	●						
20.0				■											
22.0				☒	8	15	22	37							
24.0				☒	14	21	31	52							
26.0				■											
28.0			Lanau + pasir berkerikil abu-abu.	☒	20	29	37	66							
30.0				■											
32.0				☒	30	46	>60	>60							●
34.0				☒	45	>60		>60							●
36.0				☒	>60			>60							●
38.0			Batuan berpasir berlanau abu-abu.	☒	>60			>60							●
40.0				■											
42.0			Batuan berpasir sedikit lanau abu-abu.	☒	>60			>60							●
44.0															
46.0				☒	>60			>60							●
48.0			Lanau + pasir berkerikil / batuan abu-abu.	☒	>60			>60							●
50.0				☒	>60			>60							●



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

HASIL UJI LABORATORIUM.

KLIENT : PT. ABCO CONSULTANT.
PROYEK : DED Bendungan Way Apu, P. Buru, Kab. Buru, Maluku.
LOKASI : Way Apu, P. Buru.
TITIK BOR : AS 2 / BH - 5
TGL. TEST : 20 s/d 30 Oktober 2014

Kedalaman	GRADASI			KONSISTENSI				BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY								DIRECT SHEAR		UNC
	G	S	Slt+C	LL	PL	IP	e	Gs	Sr	n	Wc	γ_t	γ_{sat}	γ_d	ϕ	C	qu	
(m)																		
-5,00	0.00	5.00	95.00	49.70	29.33	20.37	1.258	2.680	97.31	55.71	45.68	1.729	1.744	1.187			0.14	
-10,00	0.00	0.60	99.40	43.70	29.86	13.84	0.565	2.658	92.32	36.10	19.62	2.032	2.059	1.698			0.25	
-15,00	0.00	70.00	30.00	N.P.	*	*	0.556	2.606	72.08	35.73	15.38	1.932	2.032	1.675	23	0.03		
-20,00	0.00	55.30	44.70	N.P.	*	*	0.462	2.615	73.34	31.60	12.96	2.020	2.105	1.789	23	0.04		
-25,00	17.60	34.30	48.10	N.P.	*	*	0.367	2.596	67.80	26.85	9.58	2.081	2.168	1.899	25	0		
-30,00	14.00	52.40	33.60	N.P.	*	*	0.414	2.589	85.14	29.28	13.61	2.080	2.124	1.831	25	0		
-35,00	13.00	44.70	42.30	N.P.	*	*	0.393	2.579	88.28	28.21	13.45	2.100	2.134	1.851	26	0		
-40,00	52.40	24.10	23.50	N.P.	*	*	0.326	2.575	59.69	24.59	7.56	2.089	2.188	1.942	26	0		
-45,00	66.90	23.90	9.20	N.P.	*	*	0.350	2.565	79.49	25.93	10.85	2.106	2.159	1.900	26	0		
-50,00	23.40	42.20	34.40	N.P.	*	*	0.390	2.601	66.00	28.06	9.90	2.056	2.152	1.871	26	0		

KETERANGAN

G = Kerikil/Kerikil

S = Pasir Pasir

S+C = Lempung + lanau

e =

n =

Gs =

Sr =

Wc =

= Angka Pori

= Porositas (%)

= Gravitasi spesifik

= Kejuhan (%)

= Kadar air (%)

γ_t =

γ_d =

γ_{sat} =

γ' =

* =

= Berat volum tanah (gr/cc)

= Berat volum tanah kering (gr/cc)

= Berat volum tanah jenuh (gr/cc)

= Berat volume efektif tanah (gr/cc)

* = Tidak di test

qu = Kekuatan Unconfined

tanah/batuan (kg/cm²)

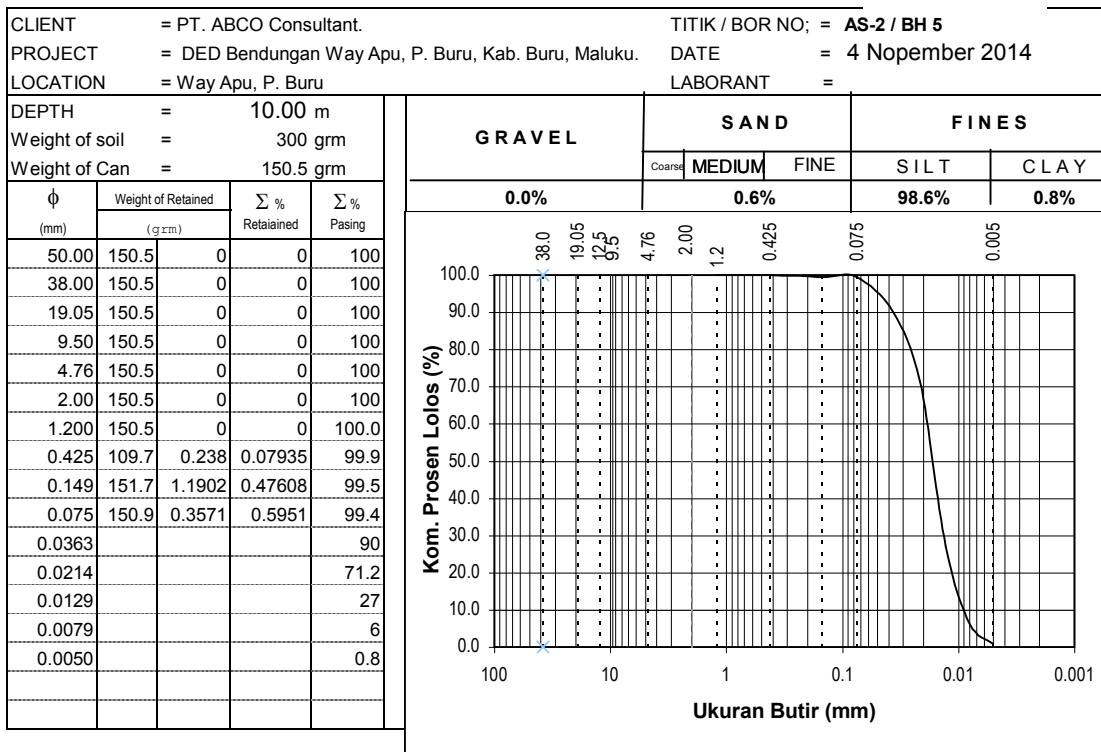
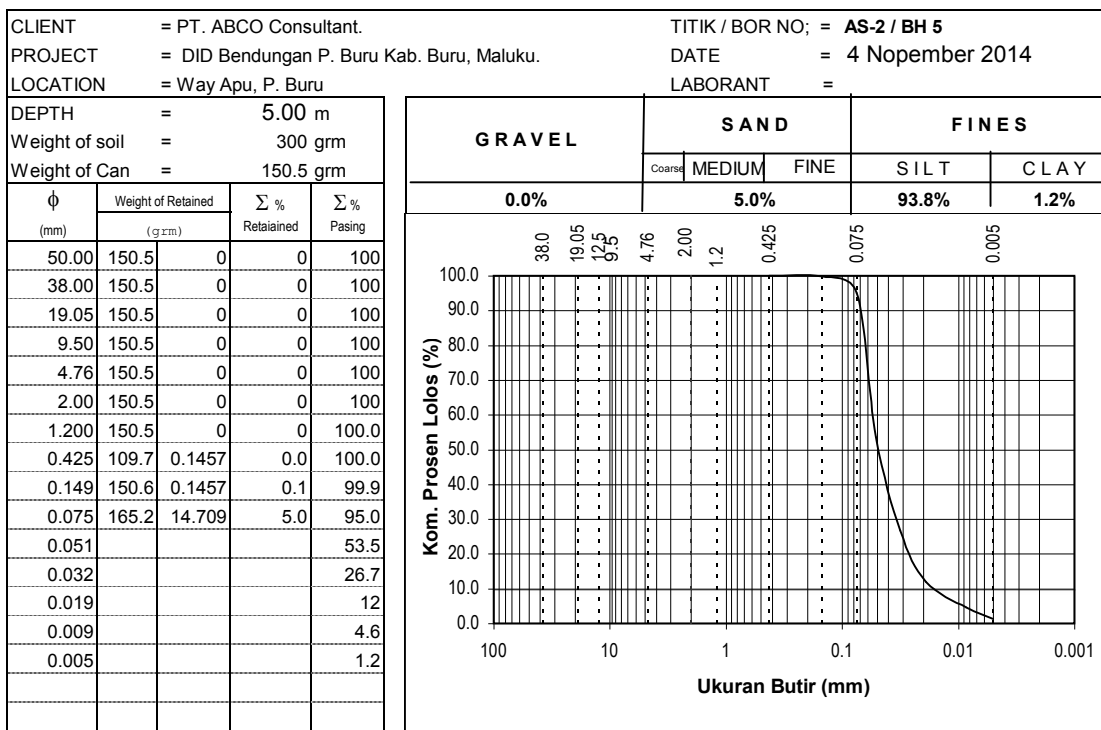
C = Kohesi (kg/cm²)

ϕ := Sudut geser dalam

(derajad)



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

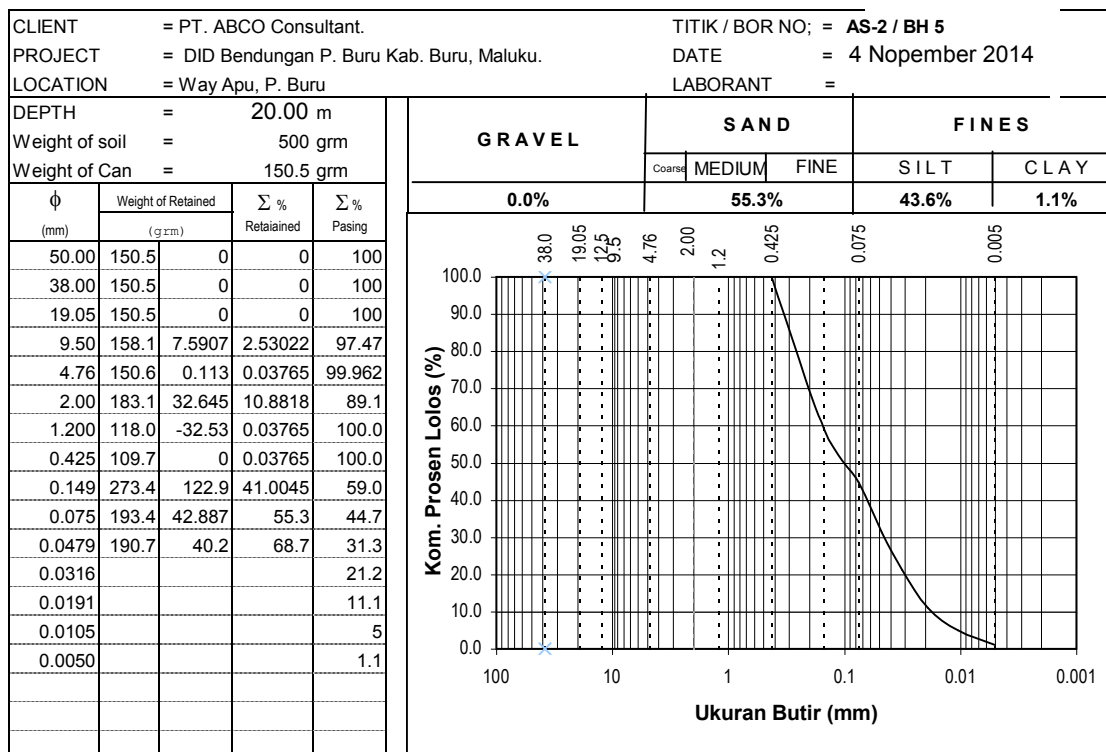
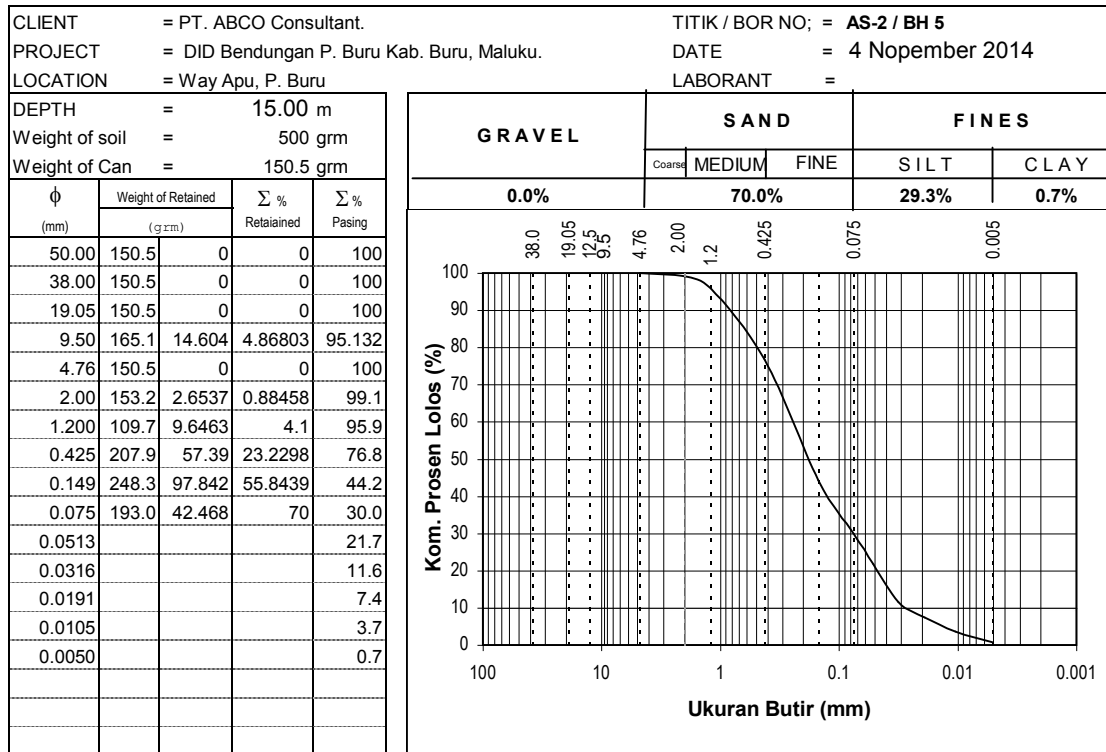




LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



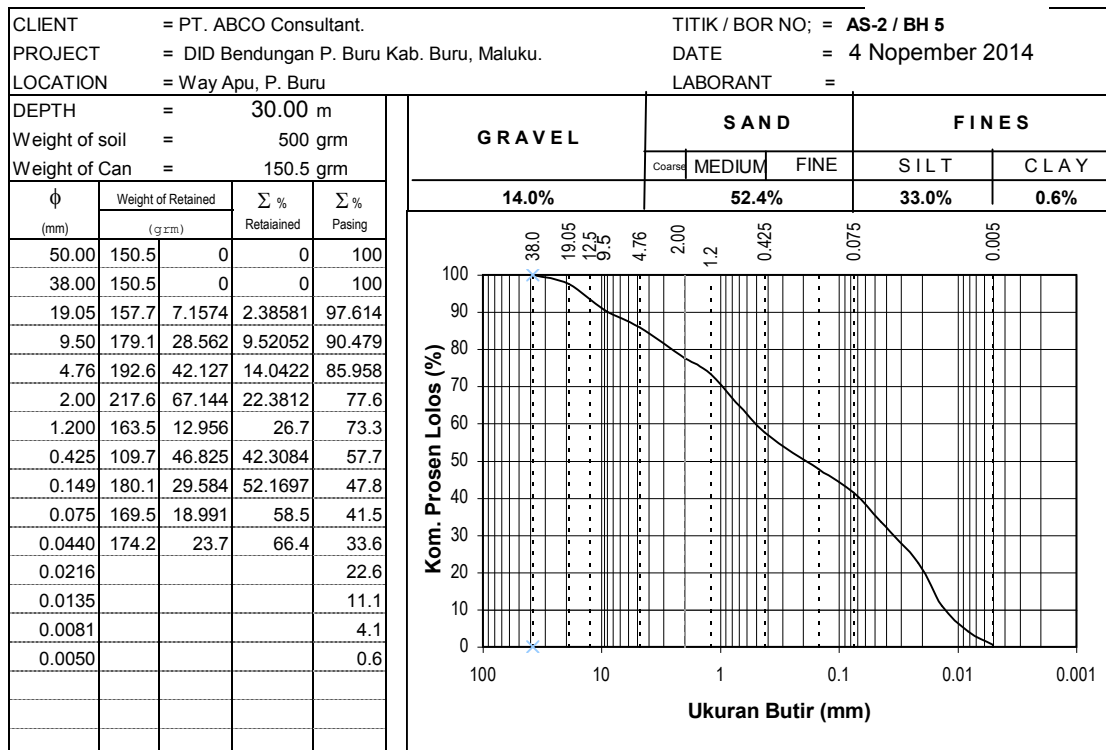
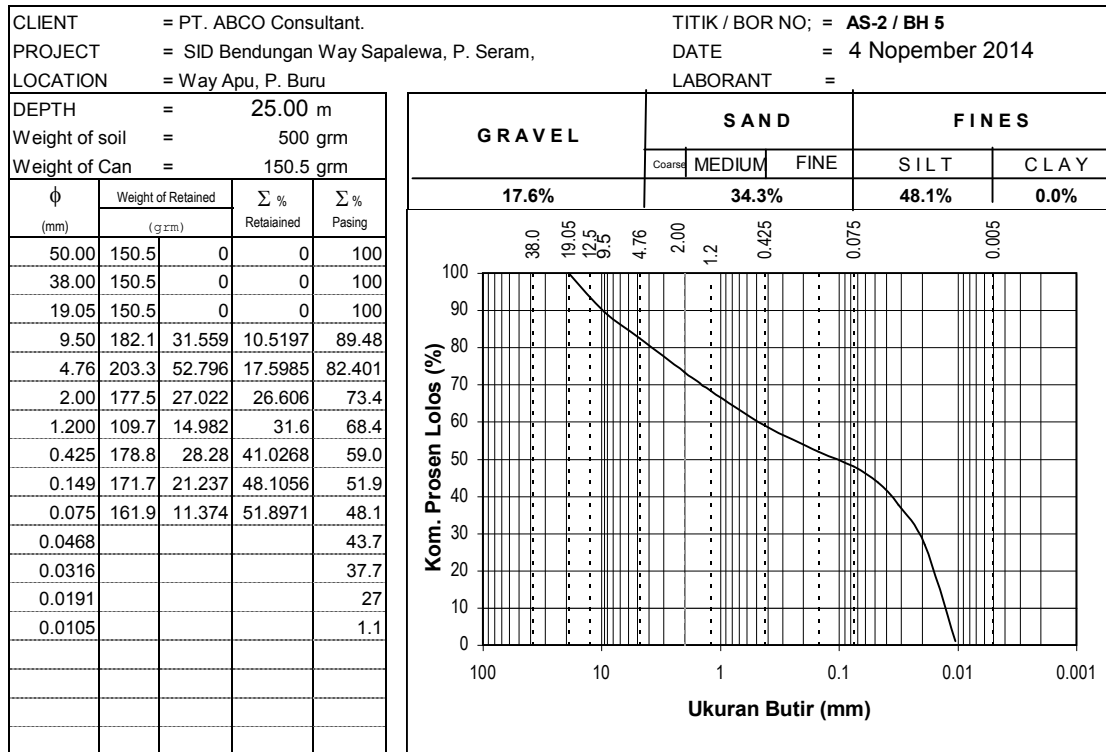


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

223

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

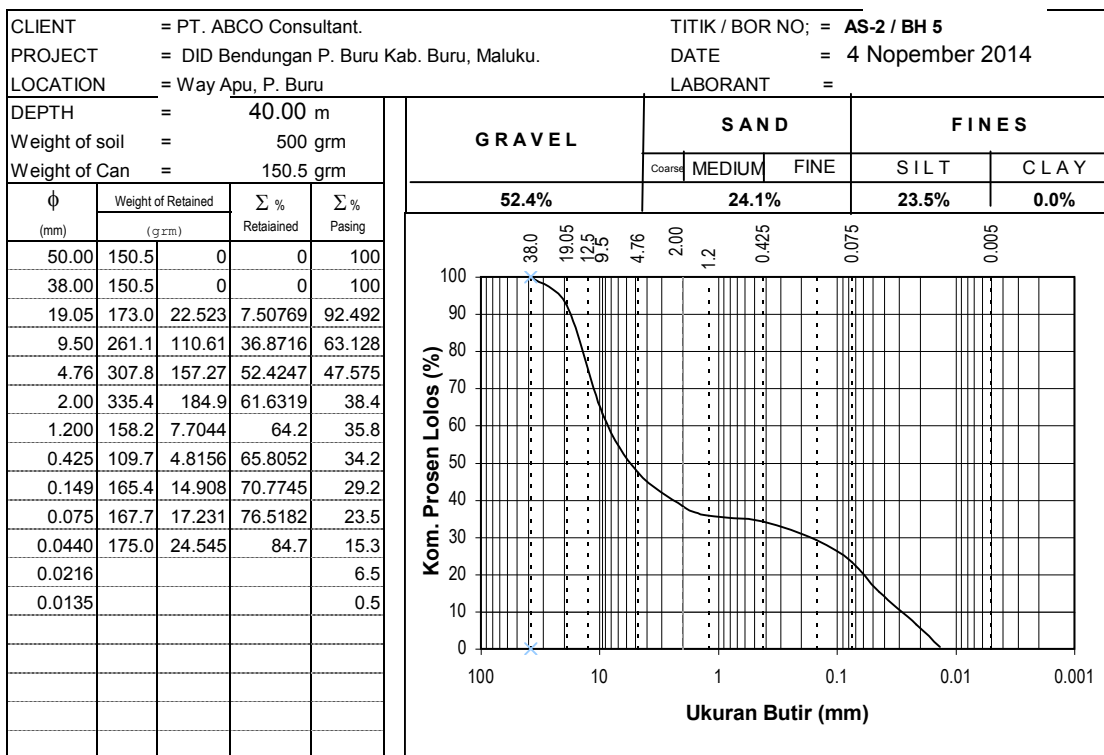
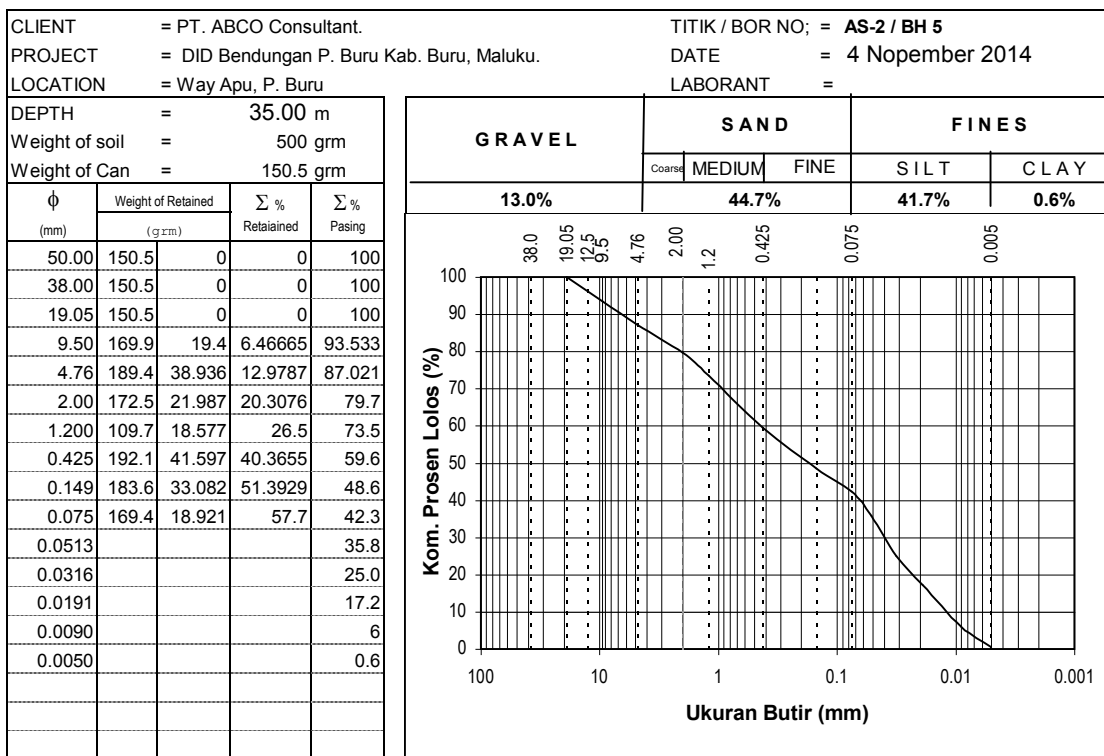




LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

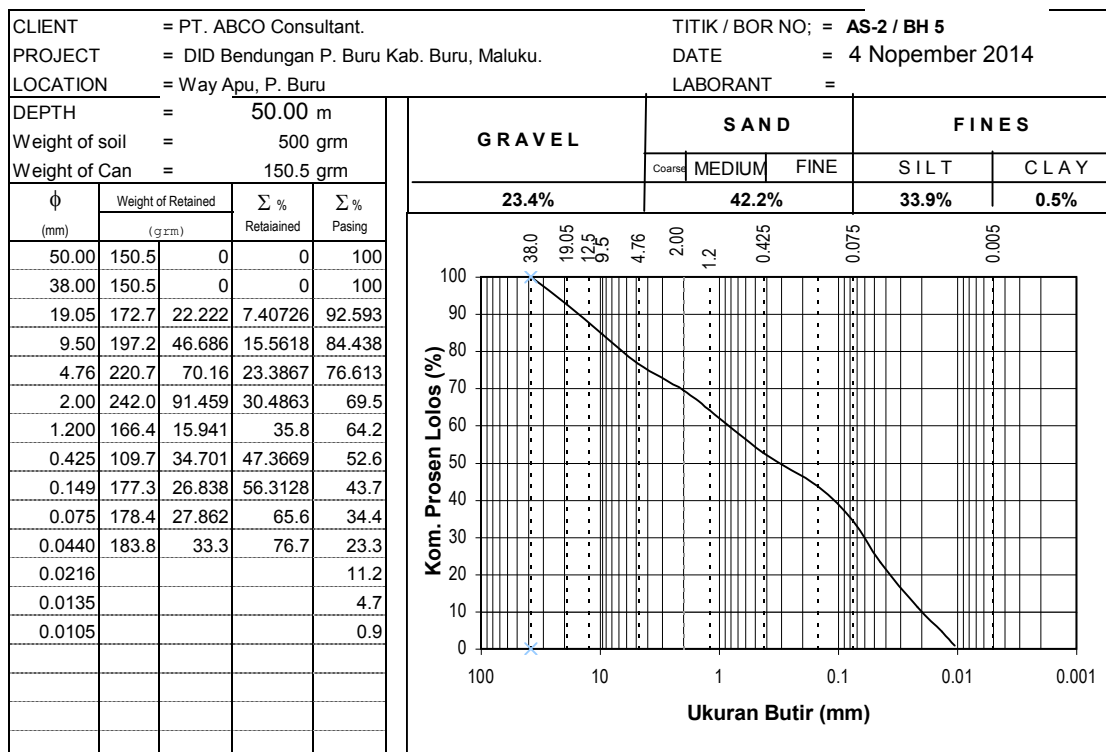
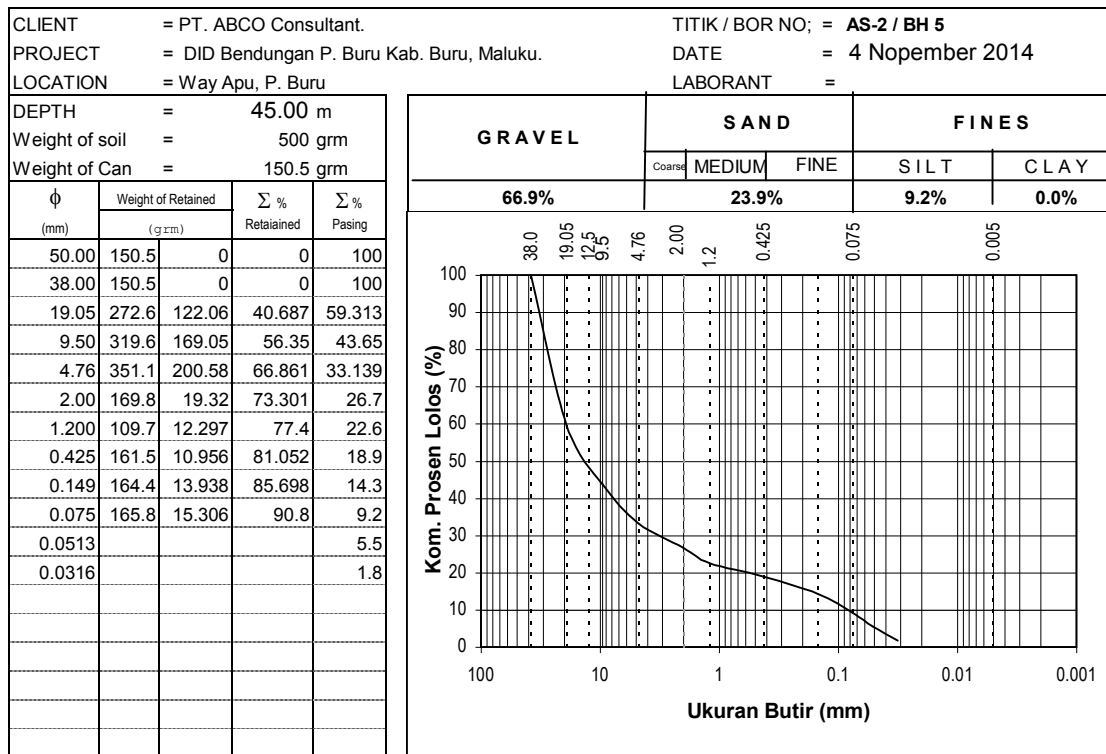
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE





GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sampang, 26 Februari 1994, dengan nama lengkap Ahmad Fariz Thirafi. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis yaitu TK RA Al-Hidayah, SDN Kebonsari II/415, SMP Negeri 22 Surabaya, SMA Negeri 15 Surabaya. Setelah lulus dari SMA Negeri 15 Surabaya, penulis mengikuti seleksi tulis SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS

Surabaya pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP. 3112100046.

Selama berkuliah di Jurusan Teknik Sipil ITS, beberapa kali mengenyarai lomba Nasional Juara Harapan 2 *National Asphalt Competition* di UII jogja, Juara 2 Desain *Ecovillage* ICEF- IPB, Juara 2 Desain Perumahan *one-stop living* berwawasan lingkungan CBR UNILA, juara 3 kategori jembatan rangka baja KJI-IX Kementrian RISTEKDIKTI, juara desain rumah susun, *competition of innovation* Civil Expo-ITS. Penulis tertarik pada Bidang Geoteknik. Penulis sempat aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) dan kepanitiaan di lingkup jurusan, fakultas, maupun institut. Penulis dapat dihubungi melalui *email* fariez.thirafi@gmail.com Telp.081259701723

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN